



TUGAS AKHIR - TK 145501

PENGOLAHAN AIR SUMUR KEPUTIH SURABAYA MENJADI AIR BERSIH DENGAN METODE *ION EXCHANGE*

BELLA MAHARDHIKA YOFANANDA
NRP. 2314 030 079

TIKO AGUNG PRAKOSO
NRP. 2314 030 111

Dosen Pembimbing
Ir. Sri Murwanti, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Program Studi D3 Teknik Kimia
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR-TK 145501

PENGOLAHAN AIR SUMUR KEPUTIH MENJADI AIR BERSIH DENGAN METODE *ION EXCHANGE*

BELLA MAHARDHIKA YOFANANDA
NRP. 2314 030 079

TIKO AGUNG PRAKOSO
NRP. 2314 030 111

Dosen Pembimbing
Ir. Sri Murwanti, MT.
NIP. 19530226 198502 2 001

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA
Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2017



FINAL PROJECT TK 145501

WELL WATER TREATMENT KEPUTIH INTO PURE WATER WITH ION EXCHANGE METHOD

BELLA MAHARDHIKA YOFANANDA
NRP. 2314 030 079

TIKO AGUNG PRAKOSO
NRP. 2314 030 111

Lecture
Ir. Sri Murwanti, MT.
NIP. 19530226 198502 2 001

STUDY PROGRAM OF DIII CHEMICAL ENGINEERING
Departement Of Indusrtrial Chemical Engineering
Faculty of Vocational
Institute Technology of Sepuluh Nopember
2017

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL : PENGOLAHAN AIR SUMUR KEPUTIH MENJADI AIR BERSIH DENGAN METODE *ION EXCHANGE*

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

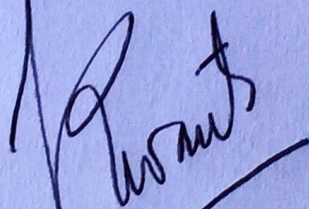
Oleh

Bella Mahardhika Yofananda
Tiko Agung Prakoso

(NRP 2314 030 079)
(NRP 2314 030 111)

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing



Ir. Sri Murwanti, M.T.
NIP. 19530226 198502 2 001

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS



Ir. Agung Subyakto, M.S.
NIP. 19580312 198601 1 001

SURABAYA, 28 JULI 2017

LEMBAR REVISI

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 10 Juli 2017 untuk tugas akhir dengan judul **“Pengolahan Air Sumur Keputih Menjadi Air Bersih dengan Metode *Ion Exchange*”**, yang disusun oleh :

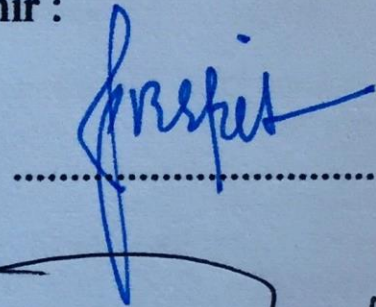
Bella Mahardhika Yofananda
Tiko Agung Prakoso

(NRP 2314 030 079)

(NRP 2314 030 111)

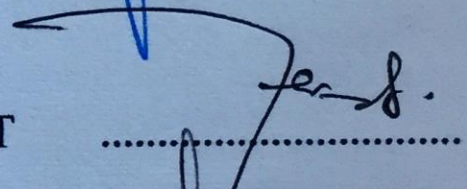
Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Dr.Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng



.....

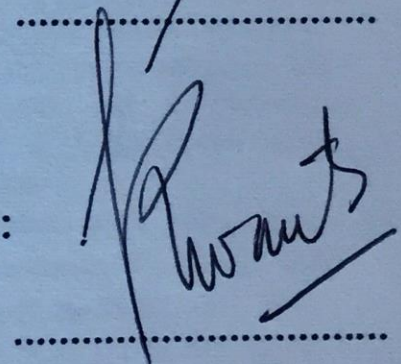
2. Achmad Ferdiansyah Pradana P, ST, MT



.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Sri Murwanti, M.T.



.....

SURABAYA, 28 JULI 2017

Pengolahan Air Sumur Keputih Surabaya Menjadi Air Bersih dengan Metode *Ion Exchange*

Nama Mahasiswa : 1. Bella Mahardhika Y 2314 030 079
2. Tiko Agung Prakoso 2314 030 111
Program Studi : DIII Teknik Kimia FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sri Murwanti, M.T.

ABSTRAK

. Dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat membuat masyarakat di wilayah pesisir Surabaya menjadikan permintaan akan sumber air permukaan dan air tanah juga meningkat, baik digunakan untuk keperluan sehari – hari seperti mandi, keperluan rumah tangga bahkan untuk air minum. Salah satu daerah Surabaya yaitu Keputih Timur Pompa Air merupakan daerah yang tidak terjangkau oleh PDAM.

Pada inovasi ini akan dilakukan beberapa tahap yaitu meliputi tahap persiapan berupa studi literatur dan observasi laboratorium; perancangan alat dimana alat yang akan digunakan mengalami beberapa modifikasi serta instalasi peralatan. Air sumur diambil dari Keputih, Kecamatan Sukolio. Proses pengambilan air sumur diambil secara langsung melalui valve yang terhubung dengan pompa. Air sumur yang sudah diambil ditempatkan di dalam wadah penampung berupa galon. Air sumur yang telah diambil kemudian dianalisa berdasarkan parameter pH, TDS, Turbidity, Total Hardness, Ca-Hardness dan Salinitas sebagai kondisi awal air sumur dilanjutkan dengan proses slow sand filter yaitu Mengisi bak penampung air 100 liter dengan air sadah, mengatur kecepatan aliran sesuai variable, mengalirkan air sampel ke bak filtrasi, menampung air sampel hasil filtrasi, mengambil air sampel hasil proses pada bak penampung, mengulangi proses slow sand filter dengan variabel kecepatan 1, 2, 3, dan 4 liter/menit kemudian menganalisa kandungan air setelah proses slow sand filter.

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan bahwa hasil terbaik yang didapat, yaitu pada variabel kecepatan aliran masuk 1 liter/menit. Pada variabel kecepatan aliran masuk 1 liter/menit pada sampel 1 didapat nilai pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness, dan salinitas berturut-turut adalah 7,42; 7,42 NTU; 318 mg/L; 280,25 mg/L; 60,05 mg/L dan 0,31 ppt, pada sampel 2 didapat pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness, dan salinitas berturut-turut adalah 7,64; 0,96 NTU; 245 mg/L; 290,96 mg/L; 200,18 mg/L dan 0,24 ppt, pada sampel 3 didapat pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness, dan salinitas berturut-turut adalah 7,88; 2,60 NTU; 458 mg/L; 110,10 mg/L; 100,09 mg/L dan 0,45 ppt, pada sampel 4 didapat pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness, dan salinitas berturut-turut adalah 7,89; 1,56 NTU; 432 mg/L; 240,22 mg/L; 142,36 mg/L; dan 0,42 ppt, pada sampel 5 didapat pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness, dan salinitas berturut-turut adalah 7,98; 2,19 NTU; 550 mg/L; 280,32 mg/L; 132 mg/L; 0,5 ppt.

Kata kunci : Keputih, Slow Sand Filter, Air Bersih

Well Water Treatment Keputih Surabaya Into Pure Water with Ion Exchange Method

Nama Mahasiswa : 1. Bella Mahardhika Y. 2314 030 079
2. Tiko Agung Prakoso 2314 030 111
Program Studi : DIII Teknik Kimia FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sri Murwanti, M.T.

ABSTRACT

. With the ever increasing population growth in coastal areas of Surabaya, water and soil sources may also increase, both for daily use such as bathing, household use even for drinking water. One of the Surabaya area is Keputih Timur is an area that is not reachable by PDAM..

In this innovation will be done several stages that include the stages of study and laboratory observation; Device design where the tool to be used some modification and installation of equipment. Well water is taken from Keputih, Sukolio Sub-district. The process of taking the air directly through the valve connected to the pump. Well water that has been taken is placed inside the gallon container. The well water that has been taken is then analyzed based on the parameters of pH, TDS, Turbidity, Total Hardness, Ca-Hardness and Salinity as the initial condition of the well air with the slow sand filter process: Filling the water reservoir 100 liters with the water, adjustable speed according to variable, Treat water sample from filtration, collect water samples from filtration, take water samples from the process at container, repeat slow sand filter process with variable speed 1, 2, 3, and 4 liter / minute and then analyze water content after slow sand filter process.

From the results of experiments that have been done, obtained the best results obtained, namely the variable flow velocity 1 liter / minute. In the variable velocity of 1 liter / min flow in sample 1, pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness, and salinity were 7.42; 7.42 NTU; 318 mg / L; 280.25 mg / L; 60.05 mg / L and 0.31 ppt, in sample 2 the pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness, and salinity were respectively 7.64; 0.96 NTU; 245 mg / L; 290.96 mg / L; 200.18 mg / L and 0.24 ppt, in sample 3 the pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness and salinity were respectively 7.88; 2.60 NTU; 458 mg / L; 110.10 mg / L; 100.09 mg / L and 0.45 ppt, in sample 4 the pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness, and salinity were respectively 7.89; 1.56 NTU; 432 mg / L; 240.22 mg / L; 142.36 mg / L; And 0.42 ppt, in sample 5 the pH, turbidity, TDS, total hardness, Ca-hardness, and salinity were respectively 7.98; 2.19 NTU; 550 mg / L; 280.32 mg / L; 132 mg / L; 0.5 ppt.

Keywords: Keputih, Sand Filters Slow, Clean Water

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga kami dapat melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. Tugas Akhir ini untuk memperoleh gelar ahli madya. Selama melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini kami telah banyak memperoleh bantuan baik moril maupun materiil, untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena atas rahmat dan kehendak-Nya kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini
2. Yang tercinta, Bapak dan Ibu, serta keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi secara moril dan materiil serta do'a.
3. Bapak Ir. Agung Subyakto M.S., selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Industri FV – ITS.
4. Ibu Ir. Sri Murwanti, MT., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam pembuatan laporan tugas akhir.
5. Ibu Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng dan Achmad Ferdiansyah P.P, S.T. M.T. selaku dosen penguji sidang tugas akhir.
6. Teman-teman Mahasiswa Departemen Teknik Kimia Industri FV – ITS yang tercinta.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kami sangat dan kritik dari semua pihak untuk menyempurnakan laporan ini. Kami selaku penyusun memohon maaf kepada semua pihak.

Surabaya, 10 Juli 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR GRAFIK	vii
DAFTAR TABEL	viii

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Perumusan Masalah.....	I-1
I.3 Batasan Masalah.....	I-1
I.4 Tujuan Percobaan	I-2
I.5 Manfaat Percobaan	I-2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Air Payau	II-1
II.2 Kualitas Air Bersih	II-2
II.2.1 Secara Fisik	II-2
II.2.2 Secara Kimia	II-3
II.2.3 Mikrobiologi	II-4
II.3 Saringan Pasir	II-5
II.3.1 Saringan Pasir Lambat	II-5
II.3.2 Saringan Pasir Cepat	II-6
II.3.3 Filtrasi dan Pertukaran Ion	II-6
II.4 Pengaruh Kecepatan Aliran terhadap Saringan Pasir	II-7

BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

III.1 Bahan yang Digunakan.....	III-1
III.1.1 Bahan Baku Proses <i>Slow Sand Filter</i>	III-1

III.1.2 Bahan Kimia untuk Proses Analisa	III-1
III.2 Peralatan yang Digunakan	III-1
III.2.1 Alat Analisa Sampel	III-1
III.2.2 Alat Utama.....	III-2
III.2.3 Variabel yang Dipilih	III.2
III.3 Prosedur Percobaan	III-2
III.3.1 Tahap Persiapan.....	III-2
III.3.1.1 Persiapan Bahan Baku Air Sumur	III-2
III.3.1.2 Analisa Kondisi Awal Air Sumur.....	III-2
III.3.1.3 Rancangan Alat	III-3
III.3.1.4 Spesifikasi Alat.....	III-4
III.3.2 Tahap Proses <i>Slow Sand Filter</i>	III-4
III.3.3 Tahap Analisa	III-4
III.3.3.1 Analisa pH (<i>Potential of Hydrogen</i>).....	III-4
III.3.3.2 Analisa <i>Turbidity</i>	III-4
III.3.3.3 Analisa <i>Ca-Hardness</i>	III-4
III.3.3.4 Analisa <i>Total-Hardness</i>	III-5
III.3.3.5 Analisa TDS	III-5
III.3.3.6 Analisa Salinitas	III-5
III.3.4 Tempat Pelaksanaan	III-5
BAB IV PEMBAHASAN	
IV.1 Hasil Percobaan dan Perhitungan.....	IV-1
IV.2 Pembahasan	IV-2
BAB V NERACA MASSA	V-1
BAB VI NERACA ENERGI	VI-1
BAB VII ESTIMASI BIAYA	VII-1
BAB VIII PENUTUP	VIII-1
VIII.1 Kesimpulan	VIII-1
VIII.2 Saran	VIII-1
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR PUSTAKA	xii

LAMPIRAN :

- Appendiks A
- Appendiks B
- Appendiks C
- Hasil Percobaan
- SNI Air Bersih
- *Standard International WHO*

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Mikrobiologis	II-4
Gambar II.2 Saringan Pasir	II-5
Gambar III.1 Blok Diagram Pengolahan Air Sadah	III-2
Gambar III.2 Rangkaian Alat <i>SSF</i>	III-3

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.1	Hubungan antara Kecepatan Aliran (L/m) dengan pH.....	IV-4
Grafik IV.2	Hubungan antara Kecepatan Aliran (L/m) dengan <i>turbidity</i> (NTU).....	IV-5
Grafik IV.3	Hubungan antara Kecepatan Aliran (L/m) dengan TDS (mg/L).....	IV-7
Grafik IV.4	Hubungan antara Kecepatan Aliran (L/m) dengan Total Hardness (mg/L).....	IV-8
Grafik IV.5	Hubungan antara Kecepatan Aliran (L/m) dengan Ca Hardness (mg/L).....	IV-10
Grafik IV.6	Hubungan antara Kecepatan Aliran (L/m) dengan Salinitas (ppt).....	IV-11

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Persyaratan Kualitas Air Bersih Secara Fisika.....	II-3
Tabel II.2	Persyaratan Kualitas Air Bersih Secara Kimia.....	II-3
Tabel II.3	Parameter Mikrobiologis	II-3
Tabel IV.1	Hasil Percobaan Air Sumur Sampel 1	IV-1
Tabel IV.2	Hasil Percobaan Air Sumur Sampel 2.....	IV-1
Tabel IV.3	Hasil Percobaan Air Sumur Sampel 3.....	IV-2
Tabel IV.4	Hasil Percobaan Air Sumur Sampel 4.....	IV-3
Tabel IV.5	Hasil Percobaan Air Sumur Sampel 5.....	IV-3

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Surabaya adalah Ibu Kota propinsi Jawa Timur yang merupakan kota terbesar kedua di Indonesia dengan jumlah penduduk 2.711.090 jiwa (data BP3S Kota Surabaya). Jumlah tersebut akan semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan kota Surabaya sebagai kota Metropolitan, sehingga hal ini berdampak pada kebutuhan terhadap prasarana dan sarana penunjang perkotaan. Peningkatan kebutuhan air bersih mendorong manusia untuk berusaha menyediakan air bersih dengan standar kualitas dan kuantitas, dalam arti luas peningkatan jumlah penduduk dan aktifitas sosial berpengaruh pada peningkatan kebutuhan air bersih. Kota Surabaya semakin hari semakin berkembang dimana pemukiman/industri dan fasilitas fasilitas lain yang banyak dibangun juga mengalami masalah penyediaan air (*Ikhsan, 2015*).

Ketersediaan sumberdaya air memegang peranan sangat penting untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor pembangunan kota Surabaya . Dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat membuat masyarakat di wilayah pesisir Surabaya menjadikan permintaan akan sumber air permukaan dan air tanah juga meningkat, baik digunakan untuk keperluan sehari – hari seperti mandi, keperluan rumah tangga bahkan untuk air minum . Secara tidak langsung air laut akan mempengaruhi air tanah dikarenakan wilayah Surabaya timur merupakan kawasan pesisir yang sangat dekat dengan lautan. Hal ini menyebabkan para ahli berfikir untuk melakukan studi tentang pengaruh air laut terhadap air tanah di wilayah pesisir surabaya (*Purnomo, 2013*).

Salah satu daerah Surabaya yaitu Keputih Timur Pompa Air merupakan daerah yang tidak terjangkau oleh PDAM. Setiap pagi harus antri mencari air, disaat hujan harus menandon air dan pada saat kemarau harus mengantri mengambil air bersih (*Eko, 2017*)



Berdasarkan uraian diatas, maka penulis ingin mengetahui kualitas air baik kualitas fisik, kimia pada air sumur di daerah Keputih Surabaya dengan mengangkat judul **“Pengolahan Air Sumur Keputih Surabaya Menjadi Air Bersih dengan Metode Ion Exchange”**.

I.2 Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan antara removal dengan perbandingan kecepatan aliran masuk air dalam memperbaiki kualitas air sumur berdasarkan parameter pH, Turbiditas, *Ca-Hardness*, *Total Hardness*, TDS, dan salinitas?
2. Variabel manakah yang paling efektif untuk menurunkan salinitas?
3. Apakah effluent yang diperoleh dari hasil pengolahan memenuhi syarat untuk dimanfaatkan sebagai air bersih?

I.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah inovasi produk ini adalah sebagai berikut :

1. Tempat pengambilan sampel adalah di Daerah Keputih, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur. Terdapat 5 titik lokasi yang diuji yaitu sampel pertama yaitu Jalan Arief Rahman Hakim No 22 Keputih, sampel kedua yaitu Jalan Arief Rahman Hakim No 32 Keputih, sampel ketiga yaitu Keputih Gang 3C No 5, sampel keempat yaitu Keputih Timur No 82, dan sampel kelima yaitu Keputih Gang 3C No 1.
2. Parameter yang dianalisa adalah pH, Turbiditas, *Ca-Hardness*, *Total Hardness*, TDS, dan salinitas.
3. Penelitian ini menggunakan skala laboratorium Departemen Teknik Kimia Industri FV-ITS.



I.4 Tujuan Percobaan

Tujuan dari terciptanya produk ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hubungan antara removal salinitas dengan variabel kecepatan aliran masuk air 1 L/min; 2 L/min; 3 L/min; dan 4 L/min dalam memperbaiki kualitas air sumur berdasarkan parameter pH, Turbiditas, *Ca-Hardness*, *Total Hardness*, TDS, dan salinitas.
2. Mengetahui variabel kecepatan aliran yang paling efektif untuk menurunkan salinitas.
3. Mengetahui kualitas air dari hasil pengolahan untuk dimanfaatkan sebagai air bersih sesuai baku mutu.

I.5 Manfaat Percobaan

Manfaat dari inovasi produk ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memudahkan masyarakat Keputih untuk mendapatkan air bersih dengan salinitas yang sesuai baku mutu dengan alat *slow sand filter*.
2. Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan untuk meningkatkan kualitas air dengan kadar salinitas tinggi agar dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari.
3. Dapat dijadikan dasar untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Air Payau

Sumber air payau yang biasa digunakan adalah berasal dari air tanah, air tanah ini menjadi salin atau berasa asin karena intrusi air laut atau merupakan akuifer air payau alami. Air permukaan yang payau jarang dipergunakan tetapi mungkin dapat terjadi secara alami. Air payau dapat memiliki range kadar TDS yang cukup panjang yakni (1000-10.000 mg/L) dan secara tipikal terkarakterisasi oleh kandungan karbon organik rendah dan partikulat rendah ataupun kontaminan koloid. Beberapa komponen yang terdapat dalam air payau seperti boron dan silika memiliki konsentrasi yang bervariasi dan dapat memiliki nilai yang beragam dari satu sumber dengan sumber lainnya, faktor penting dalam optimasi sistem *reverse osmosis* air payau adalah karakterisasi akurat dari air umpan yang spesifik. (Greenlee, 2009)

Salinity atau salinitas adalah jumlah garam yang terkandung dalam satu kilogram air. Kandungan garam dalam air ini dinyatakan dalam ppt atau *part per thousand* karena satu kilogram sama dengan 1000 gram. Faktor temperatur dan tekanan terhadap besaran salinitas untuk air permukaan dan daerah tropis dalam percobaan ini dapat diabaikan. Air payau atau brackish water mempunyai salinitas antara 0.5 ppt s/d 17 ppt. Air ini banyak dijumpai di daerah pertambakan dan estuary yaitu pertemuan air laut dan air tawar serta sumur-sumur penduduk di pulau-pulau kecil atau pesisir yang telah terintrusi air laut. Salinity atau salinitas diukur berdasarkan jumlah garam yang terkandung dalam satu kilogram air (Kurniawan, Rihadi, & Susanawati, 2006)

Air payau adalah air yang salinitasnya lebih rendah dari pada salinitas rata-rata air laut normal (<35 permil) dan lebih tinggi dari pada 0,5 permil yang terjadi karena pencampuran antara air laut dengan air tawar baik secara alamiah maupun buatan. Banyak sumur-sumur yang airnya masih mengandung



ion-ion besi (Fe^{2+}), natrium (Na^+), zink (Zn^{2+}), sulfat (SO_4^{2-}), dan clorida (Cl^-) yang cukup tinggi (Apriani, 2009)

Air payau mempunyai karakteristik atau sifat-sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu :

1. Karakteristik fisik

- a. Merupakan cairan tak bewarna
- b. Mempunyai densitas = 1,02 dengan pH 7,8-8,2
- c. Mempunyai titik beku = $-2,78^\circ\text{C}$ dan titik didih = $101,1^\circ\text{C}$
- d. Suhu rata-rata = $\pm 25^\circ\text{C}$
- e. Rasanya pahit dan aromanya tergantung pada kemurniannya.

2. Karakteristik kimia

Karakteristik kimia yang ada dalam air dapat merugikan lingkungan. Berikut ini beberapa karakteristik kimia dari air bersih :

- a. Derajat keasaman (pH) antara 6 - 8,5
- b. Jumlah kesadahan (Total Hardness)
- c. Zat organik
- d. CO_2 agresif tinggi
- e. Kandungan unsur kimiawi seperti . yang banyak terkandung dalam air sumur payau adalah Fe^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , Mn^{2+} , Zn^{2+} (Wulandari, 2009)

3. Karakteristik biologi

Termasuk karakteristik biologi adalah ganggang, lumut, dan mikroorganisme lainnya yang dapat mengganggu kesehatan, walaupun terdapat dalam jumlah kecil . (Yusuf, 2009)

II.2 Kualitas Air Bersih

Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat energi atau komponen lain di dalam air. Dalam pengukuran kualitas air ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya adalah parameter fisik, parameter kimia, dan parameter biologis.

- a. Parameter fisik air terbagi atas beberapa bagian yaitu suhu, kecerahan, bau, dan warna.



b. Parameter kimia air yaitu oksigen terlarut, pH, dan salinitas.

c. Parameter biologis air yaitu mikroorganisme, seperti *E-Colli*.

II.2.1 Secara Fisik

a. Suhu

Temperatur air akan mempengaruhi kesukaan konsumen terhadap air tersebut. Temperatur air yang diharapkan adalah antara $10^{\circ} - 15^{\circ}\text{C}$.

b. Warna

Banyak air permukaan khususnya yang berasal dari daerah rawa-rawa seringkali berwarna sehingga tidak dapat diterima oleh masyarakat baik untuk keperluan rumah tangga maupun keperluan industri, tanpa dilakukannya pengolahan untuk menghilangkan warna tersebut. Bahan-bahan yang menimbulkan warna tersebut dihasilkan dari kontak antara air dengan reruntuhan organis yang mengalami dekomposisi.

c. Bau

Air yang memenuhi standar kualitas harus bebas dari bau. Biasanya bau disebabkan oleh bahan-bahan organik yang dapat membusuk serta senyawa kimia lainnya fenol. Air yang berbau akan dapat mengganggu estetika.

d. Rasa

Biasanya rasa dan bau terjadi bersama-sama, yaitu akibat adanya dekomposisi bahan organik dalam air. Seperti pada bau, air yang memiliki rasa juga dapat mengganggu estetika.

e. Kekeruhan

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan



kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan organik yang tersebar dan partikel-partikel kecil lain yang tersuspensi.

f. Total Solids

Tingginya angka total solids merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk penggunaan rumah tangga. Air yang baik digunakan untuk keperluan rumah tangga adalah dengan angka total solid di dalam air minum adalah 500-1500 mg/l.

Tabel II.1 Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih Secara Fisika

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
1	Bau	-	-	Tidak Berbau
2	TDS	mg/L	1500	-
3	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
4	Rasa	-	-	Tidak Berasa
5	Suhu	°C	Suhu udara ± 3	-
6	Warna	Skala TCU	50	-

II.2.2 Secara Kimia

a. Derajat Keasamaan (pH)

pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting mengingat pH dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0 pH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air. Menurut standar kualitas air, pH 6,5-9,2. Apabila pH kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 maka akan menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air



yang dibuat dari logam dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia.

c. CO₂ agresif

CO₂ yang terkandung dalam air berasal dari udara dan hasil dekomposisi zat organik. Permukaan air biasanya mengandung CO₂ bebas kurang dari 10 mg/l, sedangkan pada dasar air dapat lebih dari 10 mg/l.

d. Kesadahan (total hardness)

Kesadahan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion ini mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air.

e. Zat organik

Adanya zat organik di dalam air, disebabkan karena air buangan dari rumah tangga, industri, kegiatan pertanian dan pertambangan. Zat organik di dalam air dapat ditentukan dengan mengukur angka permangantnya (KMnO₄). Di dalam standar kualitas, ditentukan maksimal angka permangantnya 10mg/l.

Tabel II.2 Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih Secara Kimia

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
1	Air Raksa	mg/L	0,001	-
2	Arsen	mg/L	0,05	-
3	Besi	mg/L	1,0	-
4	Fluorida	mg/L	1,5	-
5	Kadnium	mg/L	0,005	-
6	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	-
7	Klorida	mg/L	600	-
8	Kromium, Valensi 6	mg/L	0,05	-
9	Mangan	mg/L	0,5	-
10	Nitrat,	mg/L	1,0	-



	sebagai N			
11	Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0	-
12	pH	-	6,5-9,0	Merupakan batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH minimum 5,5
13	Selenium	mg/L	0,01	-
14	Seng	mg/L	15	-
15	Sianida	mg/L	0,1	-
16	Sulfat	mg/L	400	-
17	Timbal	mg/L	0,05	-

-

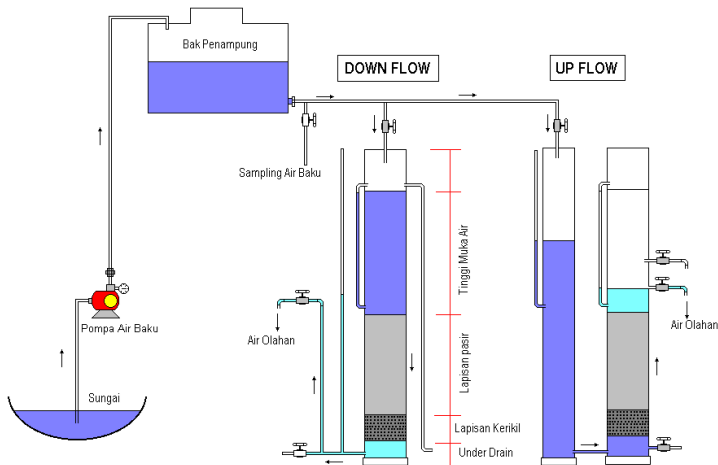
II.2.3 Mikrobiologi

Persyaratan mikrobiologis yang harus dipenuhi oleh air adalah sebagai berikut:

- Bakteri patogen dapat menyebabkan penyakit dengan keluhan diare seperti disentri, tipus, dan kolera, melalui air yang diminum. Beberapa contoh bakteri patogen adalah *Shigella dysentriae*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*. Untuk bakteri non-patogen contohnya dari golongan bakteri *Fecal streptococci*, *Iron bakteri*, dan *Actinomycetes*
- Tidak mengandung bakteri nonpatogen, seperti *attinomycetes*, *phytoplankton*, *coliform*, *cladotera*, dan lain-lain.



II.3 Saringan Pasir



Gambar II.1 Saringan Pasir

II.3.1 Saringan Pasir Lambat

Slow Sand filter atau saringan pasir lambat adalah bak saringan yang menggunakan pasir sebagai media penyaringan dengan ukuran butiran sangat kecil, namun mempunyai kandungan kuarsa yang tinggi. Proses penyaringan berlangsung secara gravitasi, sangat lambat, dan simultan pada seluruh permukaan media. Proses penyaringan merupakan kombinasi antara proses fisis (filtrasi, sedimentasi dan adsorpsi), proses biokimia dan proses biologis. Saringan pasir lambat lebih cocok mengolah air baku, yang mempunyai kekeruhan sedang sampai rendah, dan konsentrasi oksigen terlarut (dissolved oxygen) sedang sampai tinggi.

Saringan pasir lambat awalnya didesain dengan tebal media sebesar 1 m dan kedalaman dari air supernatant sebesar 1 m. Effective size (ES) dari media pasir berkisar antara 0,15 mm – 0.35 mm, dan uniformity coefficient (UC) yang direkomendasikan adalah kurang dari 5, namun sebaiknya kurang dari 3. Kecepatan



filtrasi dari saringan pasir lambat menurut SNI 2008, harus berada pada rentang 0,1 – 0,4 m/jam. Proses filtrasi yang terjadi pada saringan pasir lambat, terjadi dengan memisahkan air dari kandungan kontaminan berupa partikel tersuspensi dan koloid, serta bakteri, dengan cara melewatkan air pada suatu media berpori. Pada prinsipnya material ini dapat berupa material apa saja, seperti lapisan granular pasir, batu yang dihancurkan, antrachite, kaca, sisa arang, dll. Pada prakteknya di lapangan, media berpori yang paling sering digunakan adalah pasir, karena pasir mudah ditemui dalam jumlah banyak, biaya yang murah, dan hasil pengolahan yang diberikan juga sangat memuaskan.

Pengolahan air dengan saringan pasir lambat memiliki kehandalan dalam berbagai hal yaitu keefektifan pengolahan dalam mengurangi beberapa parameter serta pengoperasian dan perawatannya yang mudah dan murah. Beberapa parameter yang dapat disisihkan dengan menggunakan unit ini antara lain kekeruhan dengan efisiensi penyisihan hingga 92,6%, besi dengan efisiensi penyisihan sebesar 91,5%, mangan dengan efisiensi 93%, zat organik dengan efisiensi penyisihan sebesar 23.5% ,total solid terlarut dengan efisiensi penyisihan 7.7%, dan kesadahan total dengan efisiensi penyisihan 4.7%, nitrit hingga 80% dan nitrat hingga 69%. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengoperasian saringan pasir lambat agar mencapai pengolahan yang efektif adalah kecepatan filtrasi, kualitas air yang akan diolah, dan kontinuitas dari pengoperasian. Perawatan secara berkala dengan metode scrapping juga penting untuk dilakukan untuk tercapainya pengolahan air yang efektif (Astari, 2010).

II.3.2 Saringan Pasir Cepat

Rapid Sand Filter merupakan salah satu jenis unit filtrasi yang mampu menghasilkan debit air yang lebih banyak dibandingkan *Slow Sand Filter*, namun kurang efektif untuk mengatasi bau dan rasa yang ada pada air yang disaring. Selain itu, debit air yang cepat menyebabkan lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan patogen tidak akan terbentuk



sebaik apa yang terjadi *Slow Sand Filter*, sehingga membutuhkan proses desinfeksi yang lebih intensif.

Secara umum bahan lapisan saringan yang digunakan pada Saringan Pasir Cepat sama dengan Saringan Pasir Lambat, yakni pasir, kerikil dan batu. Perbedaan yang terlihat jelas adalah pada arah aliran air ketika penyaringan. Pada saringan pasir lambat arah aliran airnya dari atas ke bawah, sedangkan pada Saringan Pasir Cepat dari bawah ke atas (*up flow*). Selain itu pada saringan pasir cepat umumnya dapat melakukan *backwash* atau pencucian saringan tanpa membongkar keseluruhan saringan (Astari, 2010).

II.3.3 Filtrasi Penukaran Ion

Air sadah yang dialirkan melalui kolom zeolit akan mengalami pertukaran ion, ion Ca dan ion Mg dalam air sadah ditukar dengan ion Na dalam zeolit. Hal tersebut berlangsung terus sampai suatu saat ion Na dalam zeolit sudah habis ditukar dengan ion Ca dan Mg dari dalam air, pada keadaan ini zeolit tersebut dinamakan telah jenuh yang berarti zeolit tidak mampu lagi melakukan pertukaran ion.

Proses pengolahan air dengan metode pelunakan tidak bisa langsung diterapkan pada air keruh atau air yang mengandung kadar besi tinggi. Oleh karena itu kualitas air baku perlu diperhatikan. Untuk air baku yang tidak memenuhi syarat harus dilakukan *pretreatment* dahulu, yaitu suatu proses pengolahan yang dilakukan sebelum proses penukar ion. Sebagai contoh untuk air baku yang keruh terlebih dahulu dilakukan filtrasi dengan saringan pasir (Marsidi, 2001).

Berikut merupakan komponen-komponen dalam pengolahan air menggunakan filtrasi *slow sand filter* dan pertukaran ion:

a. Pasir Antrasit

Pasir merupakan media filter yang berfungsi untuk memisahkan polutan padat tersuspensi dengan cairan. Namun dalam penerapannya juga efektif dalam merubah sifat kimia dan biologi air yang disaringnya. proses filtrasi dengan menggunakan pasir antrasit sebagai media dapat menurunkan kandungan besi



(Fe) dalam air sebesar 44,37 – 63,24 %. Bahan penyaring pasir mampu melakukan penyerapan Fe^{2+} oleh lapisan OH^- membentuk lapisan kedua; sedangkan pada pengambilan Fe^{2+} dengan pertukaran ion, kation-kation pada permukaan partikel pasir seperti Na^+ akan ditukar oleh ion Fe^{2+} pada air (Sagala, 2014).

Antrasit adalah batu bara dengan kualitas tinggi yang memiliki unsur karbon tinggi dan aktif. Karbon aktif bersifat menyerap (adsorb), yang secara aktif mampu menyerap atau menangkap partikel-partikel sangat halus berukuran 0.01 – 0.0000001 mm.

Pasir antrasit juga dapat menghilangkan kotoran (impuritis) secara biokimia. Biasanya amonia dengan konsentrasi yang rendah, zat besi, mangan dan zat-zat yang menimbulkan bau dapat dihilangkan (Said, 1999).

b. Kerikil (Koral)

Digunakannya koral dalam media filter atau saringan karena merupakan penyaring yang memisahkan padatan tersuspensi yang paling halus dan juga pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan, dimana prosesnya bisa dijadikan sebagai proses awal (*primary treatment*) (Sagala, 2014).

c. Batu

Tidak jauh berbeda dengan pasir antrasit dan kerikil, batu juga sebagai media pendukung yang digunakan dalam proses pengolahan air *slow sand filter* untuk mengurangi kekeruhan yang disebabkan oleh polutan yang terkandung dalam air. Batu digunakan juga sebagai aerasi oksigen dalam air (Sagala, 2014).

d. Zeolit

Zeolit merupakan suatu mineral silikat hidrat dari Al dan Ca, Al dan Na yang terdapat di alam. Atau berupa resin tukar ion buatan. Prinsip aktif proses zeolit adalah natrium aluminosilikat (pemutih/zeolit buatan). Dibat dalam bentuk pelintiran-pelintiran atau granula kasar untuk menyaring air. Adanya kalsium akan mengusir natrium, tapi sama sekali tak akan merusak bentuk ion-ionnya.



Air sadah yang dialirkan melalui kolom zeolit akan mengalami pertukaran ion-ion, ion Ca dan ion Mg dalam air sadah ditukar dengan ion Na dalam zeolit. Hal tersebut berlangsung terus sampai suatu saat ion Na dalam zeolit sudah habis ditukar dengan ion Ca dan Mg dari dalam air, pada keadaan ini zeolit tersebut dinamakan telah jenuh yang berarti zeolit tidak mampu lagi melakukan pertukaran ion (*Marsidi, 2001*).

II.4 Pengaruh Kecepatan Aliran terhadap Saringan Pasir

Kecepatan Aliran atau *flowrate* filtrasi pasir berpengaruh untuk hasil yang diperoleh. Semakin tinggi kecepatan aliran maka akan menyebabkan partikel-partikel yang terlalu halus akan mudah lolos. Pergerakan butiran media akan menutup lubang pori sehingga akan mempercepat terjadinya *clogging*. Kecepatan aliran yang rendah memiliki waktu kontak yang lama dengan media pasir tersebut. Kontak waktu yang lama akan menyebabkan ion – ion didalam air akan menempel lebih banyak (*Maryani, 2014*).

II.5 Pertukaran Ion

Ion exchanger atau resin penukar ion dapat didefinisikan sebagai senyawa hidrokarbon terpolierisasi yang mengandung ikatan silang (crosslinking) serta gugus-gugus fungsional yang mempunyai ion-ion yang dapat dipertukarkan. Sebagai zat penukar ion resin mempunyai karakteristik yang berguna dalam analisis kimia, antara lain kemampuan menggelembung (*selling*), kapasitas penukaran dan selektivitas penukaran. Pada saat dikontakkan dengan resin penukar ion, maka ion terlarut dalam air akan terserap ke resin penukar ion dan resin akan melepaskan ion lain dalam kesetaraan ekivalen, dengan melihat kondisi tersebut maka dapat mengatur jenis ion yang diikat dan dilepas. Sebagai media penukar ion, maka resin penukar ion harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Kelarutan yang rendah dalam berbagai larutan sehingga dapat digunakan berulang-ulang. Resin



akan bekerja dalam cairan yang mempunyai sifat melarutkan, karena itu harus tahan terhadap air.

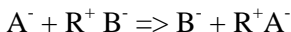
2. Kapasitas yang tinggi, yaitu resin memiliki kapasitas pertukaran ion yang tinggi.
3. Kestabilan fisik yang tinggi, yaitu resin diharapkan tahan terhadap tekanan mekanis tekanan hidrostatik cairan serta tekanan osmosis.

Metode Pertukaran ion merupakan suatu metode yang digunakan untuk memisahkan ion-ion yang tidak dikehendaki berada dalam larutan, untuk dipindahkan kedalam media padat yang disebut dengan media penukar ion, dimana media penukar ion ini melepaskan ion lain kedalam larutan (Suci, 2008).

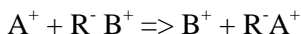
II.5.1 Mekanisme Pertukaran Ion

Jika suatu larutan yang mengandung anion atau kation dikontakkan dengan media penukar ion, maka akan terjadi pertukaran anion dengan mekanisme reaksi sebagai berikut :

Mekanisme Pertukaran Anion



Mekanisme Pertukaran Kation



A = ion yang akan dipisahkan (pada larutan)

B = ion yang menggantikan ion A (pada padatan/media penukar ion)

R= bagian ionic / gugus fungsional pada penukar ion.
(Suci, 2008.)

II.5.2 Jenis – Jenis Penukar Ion

- a. Resin



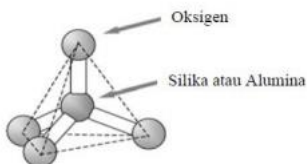
Resin penukar ion (ion exchange) yang merupakan media penukar ion sintetis pertama kali dikembangkan oleh Adam dan Holmes. Penemuan ini membuka jalan pembuatan resin hasil polimerisasi styrene dan divinil benzena. Bentuk resin penukar ion ini bermacam – macam yaitu dapat berupa butiran, powder, membrane atau fiber. (*Kusumahati, 1998*).

Resin sebagai media penukar ion mempunyai beberapa sifat dan keunggulan tertentu. Sifat-sifat resin yang baik adalah sebagai berikut: a. Mempunyai kapasitas ikatan silang yang kuat yang dapat menghilangkan sejumlah ion tertentu b. Resin dengan ukuran partikel kecil akan semakin baik, sebab dibutuhkan luas kontak yang besar c. Resin mempunyai stabilitas yang dapat digunakan dalam waktu yang lama, tidak mudah aus/rusak dalam regenerasi (*Prayoga H, 2008*).

b. Zeolit

Zeolit adalah mineral kristal alumina silikat berpori terhidrat yang mempunyai stuktur kerangka tiga dimensi, terbentuk dari tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$. Kedua tetrahedral diatas dihubungkan oleh atom-atom oksigen, menghasilkan struktur tiga dimensi terbuka dan berongga yang didalamnya diisi oleh atom-atom logam biasanya logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. (*Breck, 1974*).

Umumnya struktur zeolit adalah suatu polimer anorganik berbentuk tetrahedral unit TO_4 dimana T adalah Si^{4+} atau Al^{3+} dengan atom O berada diantara 2 atom T.



Gambar II.2 Struktur Kimia Zeolit

Dewasa ini dikenal 2 jenis zeolit, yakni zeolit alam dan zeolit sintesis, namun sekarang zeolit yang paling banyak digunakan adalah zeolit sintesis.

c. Karbon Aktif

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Pada proses tersebut terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Aktivasi ini terjadi karena terbentuknya gugus aktif akibat adanya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atomatom seperti oksigen dan nitrogen.

Karbon aktif terdiri dari 87 - 97 % karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan. Volume pori-pori karbon aktif biasanya lebih besar dari $0,2 \text{ cm}^3/\text{gram}$.

Pada dasarnya karbon aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang maupun barang tambang seperti berbagai jenis kayu, sekam padi, tulang binatang, batu bara, kulit biji kopi, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit dan lain-lain. Bahan-bahan alami tersebut dipreparasi dengan cara karbonisasi dan aktivasi sehingga menghasilkan karbon aktif. Karbon aktif digunakan pada berbagai bidang aplikasi sesuai dengan jenisnya (Suci, 2008).



BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

III.1 Bahan yang Digunakan

III.1.1 Bahan Baku Proses *Slow Sand Filter*

1. Air Sumur

Air sumur yang diolah merupakan air dari Daerah Keputih Kecamatan Sukolilo Kota Surabaya, Jawa Timur.

2. Antrasit

Pasir antrasit yang berasal dari batu bara dengan kualitas tinggi yang memiliki unsur karbon tinggi yang didapat dari Pasar Keputran, Surabaya dengan ukuran 4/8 mesh. Volume total yang digunakan untuk ketinggian 18 cm adalah 7200 cm^3 .

3. Koral besar

Koral didapat dari daerah Kayoon dengan diameter 1 cm. ketinggian koral yang digunakan sebesar 30% dari ketinggian ruang alat yang disediakan untuk koral sehingga didapat ketinggian koral 6 cm dengan volume total 2400 cm^3 .

4. Koral kecil

Batu yang digunakan merupakan jenis batu pantai berwarna putih yang didapat dari daerah Kayoon dengan diameter $< 1 \text{ cm}$ dan ketebalan 0,5 cm. ketinggian batu yang digunakan adalah 30% dari ketinggian ruang alat yang disediakan untuk batu sehingga didapat ketinggian batu 6 cm dengan volume total 2400 cm^3 .

5. Zeolit

Zeolit yang digunakan merupakan zeolit buatan yang didapat dari daerah Tidar dengan ukuran diameter



sekitar 0,5 cm. Volume total yang digunakan untuk ketinggian 18 cm adalah 7200 cm^3 .

III.1.2 Bahan Kimia untuk Proses Analisa

1. EDTA 0,01 N
2. HCl pekat
3. NaOH 0,1 N
4. Indikator EBT
5. Indikator *Murexid*
6. *Aquadest*

III.2 Peralatan yang Digunakan

III.2.1 Alat Analisa Sampel

1. Beaker Glass
2. Buret, Statif, Klem
3. Kaca Arloji
4. Labu Ukur
5. Pemanas Elektrik
6. pH Meter
7. Pipet Tetes
8. TDS Meter
9. Timbangan Elektrik
10. Turbiditimeter

III.2.2 Alat Utama

1. *Slow Sand Filter*

III.3 Variabel yang dipilih

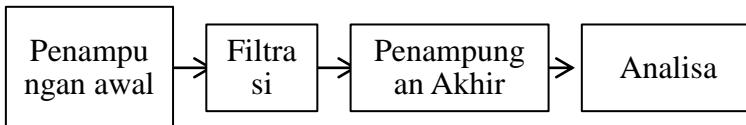
Variabel kecepatan aliran:

1. Kecepatan alir 1 L/menit
2. Kecepatan alir 2 L/menit

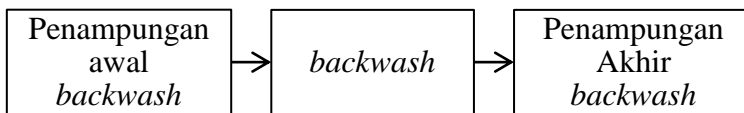


3. Kecepatan alir 3 L/menit
4. Kecepatan alir 4 L/menit

III.4 Prosedur Percobaan



Gambar III.1 Blok Diagram Pengolahan Air Sadah



Gambar III.2 Blok Diagram *backwash*

- 1. Penampungan** : Merupakan tempat penampungan awal air sadah
- 2. Filtrasi** : Unit filtrasi ini, sesuai dengan namanya, adalah untuk menyaring dengan media berbutir. Media berbutir ini terdiri dari manganese, kerikil, batu dan zeolit.
- 3. Penampungan Akhir** : Penampungan akhir air sadah yang sudah diolah dan siap digunakan
- 4. Analisa** : Untuk menganalisa kembali air hasil filtrasi dengan SSF dan di komparasi dengan Baku Mutu Air Bersih
- 5. Backwash** : Membersihkan SSF setelah proses filtrasi dilakukan



Proses pengolahan air dengan metode *slow sand filter* dimulai dari tahap persiapan pengambilan air sumur dan menganalisa kondisi awal air sumur sampel, tahap perancangan dan pembuatan alat, tahap *slow sand filter*, dan tahap analisa sampel hasil dari proses *slow sand filter*. Adapula proses *backwash* yang bertujuan untuk membersihkan *SSF* setelah proses filtrasi dilakukan.

III.4.1 Tahap Persiapan

III.4.1.1 Persiapan Bahan Baku Air Sumur

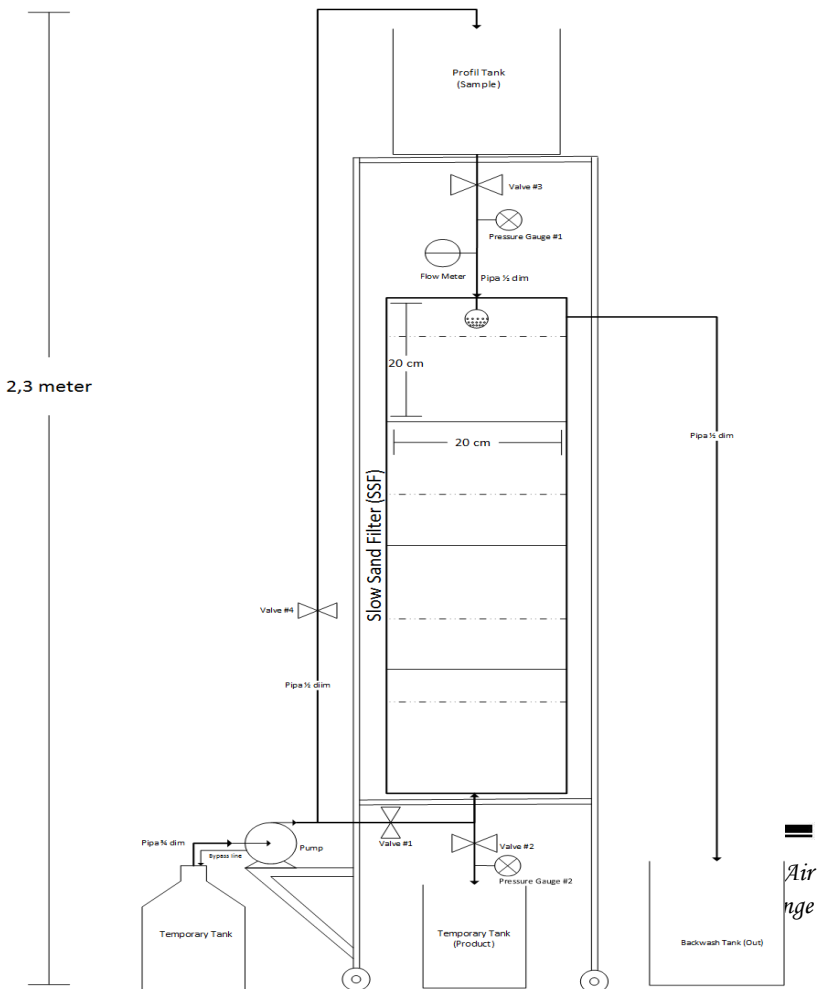
Air sumur diambil dari Daerah Keputih Kecamatan Sukolilo Kota Surabaya, Jawa Timur. Proses pengambilan air sumur diambil secara langsung melalui valve atau dengan katrol yang terhubung dengan pompa dan atau sumur secara langsung. Air sumur yang sudah diambil ditempatkan di dalam wadah penampung berupa dirijen/galon.

III.4.1.2 Analisa Kondisi Awal Air Sumur

Air sumur yang telah diambil kemudian dianalisa berdasarkan parameter pH, TDS, *Turbidity*, *Total Hardness*, *Ca-Hardness*, dan salinitas sebagai kondisi awal air sumur sebelum *treatment* dengan menggunakan proses *slow sand filter*.



III.4.1.3 Rancangan Alat



**Gambar III.3** Rangkaian Alat *Slow Sand Filter (SSF)*

Keterangan :

1. Penampungan air sampel dengan ukuran tangki 100 liter
2. Rak penyangga alat
3. *Valve* yang diatur untuk mengatur *flowrate*
4. *Manometer* untuk mengukur tekanan aliran masuk air
5. *Flowmeter* mengukur kecepatan aliran masuk air
6. *Outlet* hasil dari dari air *backwash*
7. Tangki penampung hasil air *backwash*
8. *Manometer* untuk mengukur tekanan aliran hasil penyaringan
9. Tangki penampung hasil penyaringan
10. Pompa untuk memompa air *backwash* pencucian media filter
11. *Inlet* air *backwash*
12. Tangki Penampung air *backwash*
13. Antrasit dengan ukuran 4/8 mesh dengan ketinggian 18 cm
14. Koral dengan diameter 1 cm dengan ketinggian 6 cm
15. Batu dengan diameter 2 cm dan ketebalan 0,5 cm dengan ketinggian 6 cm
16. Zeolit dengan ukuran diameter sekitar 0,5 cm dengan ketinggian 18 cm



17. Inlet air sampel

III.4.1.4 Spesifikasi Alat

1. Dimensi:
 - a. Panjang : 1 meter
 - b. Lebar : 0,6 meter
 - c. Tinggi : 2,3 meter
2. Pompa : Shimizu PS135E
 - a. Voltase : 220 Volt
 - b. Power : 125 Watt
 - c. Kapasitas : 37 liter/menit
 - d. Daya dorong : 24 meter
3. Pipa : $\frac{1}{2}$ dan $\frac{3}{4}$ dim
4. Tangki : 60 dan 50 liter
5. Filter:
 - a. Koran diameter ≤ 1 cm
 - b. Batu diameter 2 cm
 - c. Zeolit ukuran diameter sekitar 0,5 cm
 - d. Antrasit ukuran 4/8 mesh
6. *Globe valve* plastik

III.4.2 Tahap Proses *Slow Sand Filter*

1. Mengatur *flow rate* sesuai dengan variabel.
2. Mengalirkan air sampel ke bak filtrasi.
3. Menampung air sampel hasil filtrasi
4. Mengambil air sampel hasil proses pada bak penampung
5. Mengulangi proses *slow sand filter* dengan variable kecepatan aliran
6. Menganalisa kandungan air setelah proses *slow sand filter*



III.4.3 Tahap Analisa

III.4.3.1 Analisa pH

Penentuan kadar pH pada hasil pengolahan air sumur Kota Keputih, Kabupaten Surabaya, Jawa Timur dilakukan dengan alat pH meter:

1. Analisa pH menggunakan Alat pH meter.
2. Mengambil sampel sebanyak 50 ml.
3. Memasukkan sampel ke dalam erlenmeyer.
4. Mencelupkan elektroda pH meter yang telah dikalibrasi pada sampel.
5. Mencatat hasil angka yang terdapat pada display pH meter.

III.4.3.2 Analisa Turbidity

Penentuan kadar Turbiditas pada hasil pengolahan air sumur daerah Keputih, Kota Surabaya, Jawa Timur, dilakukan dengan alat turbidimeter:

1. Memasangkan atau menyambungkan turbidimeter dengan sumber listrik diaman selama 15 menit.
2. Sebelum digunakan, mengatur alat terlebih dahulu (dikalibrasi), dimana angka yang tertera pada layar harus 0 atau dalam keadaan netral.
3. Memasukkan sampel pada tempat pengukuran sampel yang ada pada turbidimeter dan mengisikan sampai tanda batas.
4. Membaca skala pengukuran kekeruhan.
5. Melakukan pengukuran sampel sebanyak 2 kali dengan menekan tombol pengulangan pengukuran untuk setiap pengulangan agar data yang diperoleh pengukuran tepat atau valid, dan hasilnya langsung dirata-ratakan.

III.4.3.3 Analisa *Ca-Hardness*

Penentuan *Ca-Hardness* pada hasil pengolahan air sumur Daerah Keputih, Kota Surabaya, Jawa Timur dilakukan dengan :



1. Mengambil sampel sebanyak 10 ml.
2. Membuat pH sampel menjadi 3 dengan menambahkan 2-4 tetes HCl pekat kemudian mendidihkan sampel. (pendidihan tujuannya apabila kandungan Ca itu sedikit)
3. Mendinginkan sampel sebelum titrasi.
4. Menambahkan larutan NaOH 1 N sebanyak 2 ml pada sampel sampai $\text{pH} > 10$.
5. Menambahkan sedikit indikator murexid.
6. Menitrasi dengan Larutan EDTA 0,01 N sampai terjadi perubahan warna dari merah muda menjadi ungu.
7. Mencatat jumlah volume EDTA yang dibutuhkan untuk titrasi.

III.4.3.4 Analisa *Total Hardness*

Penentuan *Total hardness* pada hasil pengolahan air sumur Daerah Keputih, Kota Surabaya, Jawa Timur dilakukan dengan :

1. Mengambil sampel sebanyak 10 ml.
2. Membuat pH setiap sampel menjadi 3 dengan menambahkan 2-4 tetes HCl pekat. (agar tidak terjadi pengendapan Ca^{+}) (jika tidak kandungan kapur berkurang)
3. Menambahkan larutan NaOH 1 N sebanyak 2 ml pada sampel sampai $\text{pH} > 10$. (nilai ekivalen titrasi edta kondisi optimum pd ph 10)
4. Menambahkan sedikit indikator EBT bubuk.
5. Menitrasi dengan larutan EDTA 0,01 N sampai terjadi perubahan warna dari ungu menjadi biru.
6. Mencatat jumlah volume EDTA yang dibutuhkan untuk titrasi.

**III.3.3.5 Analisa TDS**

Penentuan TDS (*Total Dissolved Solid*) pada hasil pengolahan air sumur Daerah Keputih, Kota Surabaya, Jawa Timur dilakukan dengan :

1. Mengambil sampel sebanyak 10 ml.
2. Memasukkan sampel ke dalam erlenmeyer.
3. Mencelupkan elektroda TDS meter yang telah dikalibrasi pada sampel.
4. Mencatat hasil angka yang terdapat pada *display* TDS meter.

III.4.3.6 Analisa Salinitas

1. Menyiapkan sampel yang akan dianalisa
2. Mencelupkan elektroda Salinitas meter ke dalam erlenmeyer kemudian mencatat hasil nilai yang tertera pada *display* Salinitas meter

III.4.4 Tempat Pelaksanaan

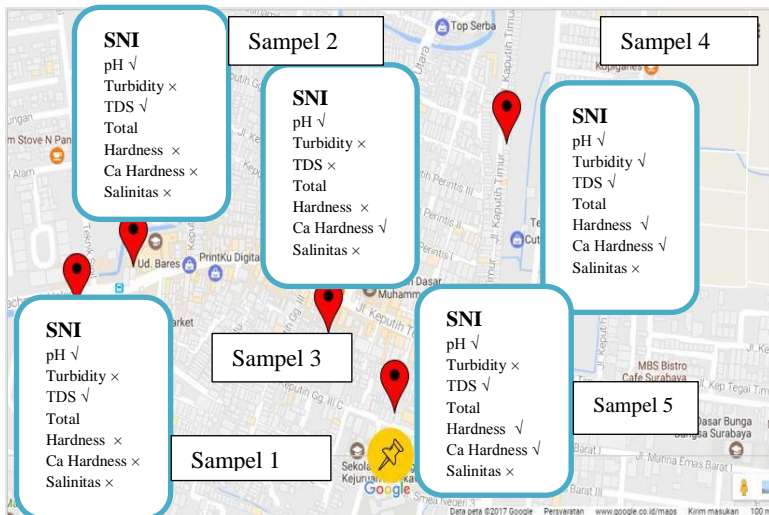
Pembuatan *prototype* dan uji kesadahan pada tugas akhir dengan judul “Pengolahan Air Sumur Keputih Surabaya Menjadi Air Bersih dengan Metode *Ion Exchange*” akan kami laksanakan di laboratorium PAIK lantai 1 kampus Departemen Teknik Kimia Industri FV-ITS.

BAB IV

PEMBAHASAN

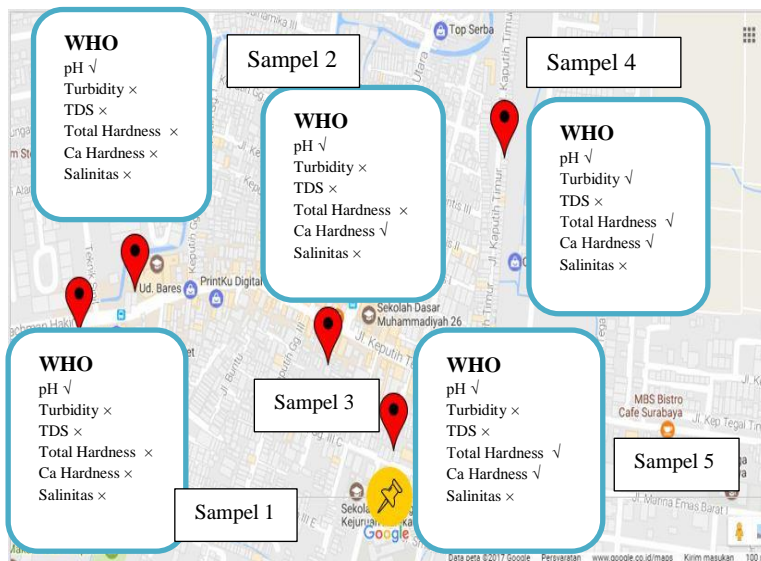
IV.2 Pembahasan

Dari data hasil percobaan dapat dilihat pada **Gambar IV.1** dan **Gambar IV.2** yang telah di analisa sesuai dengan baku mutu SNI dan WHO sebelum melalui proses *Slow Sand Filter*. Sampel diambil 5 titik lokasi di Daerah Keputih, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur sampel pertama yaitu Jalan Arief Rahman Hakim No 22 Keputih, sampel kedua yaitu Jalan Arief Rahman Hakim No 32 Keputih, sampel ketiga yaitu Keputih Gang 3C No 5, sampel keempat yaitu Keputih Timur No 82, dan sampel kelima yaitu Keputih Gang 3C No 1.



Gambar IV.1 Kondisi air sumur sesuai SNI Air Bersih

Keterangan : ✓ : Parameter sesuai dengan SNI Air Bersih
× : Parameter tidak sesuai dengan SNI Air Bersih



Gambar IV.2 Kondisi air sumur sesuai WHO Air Bersih

Keterangan : ✓ : Parameter sesuai dengan WHO Air Bersih

× : Parameter tidak sesuai dengan WHO Air Bersih

Pada **Gambar IV.1** Kondisi air sumur Keputih pada sampel pertama parameter *turbidity*, Total hardness, Ca-hardness dan salinitas tidak sesuai dengan baku mutu SNI. Pada sampel kedua parameter *turbidity*, Total hardness, Ca-hardness dan salinitas tidak sesuai dengan baku mutu SNI. Pada sampel ketiga parameter *turbidity*, TDS, Total hardness, Ca-hardness dan salinitas tidak sesuai dengan baku mutu SNI. Pada sampel keempat parameter salinitas tidak sesuai dengan baku mutu SNI. Pada sampel kelima parameter *turbidity* dan salinitas tidak sesuai dengan baku mutu SNI.

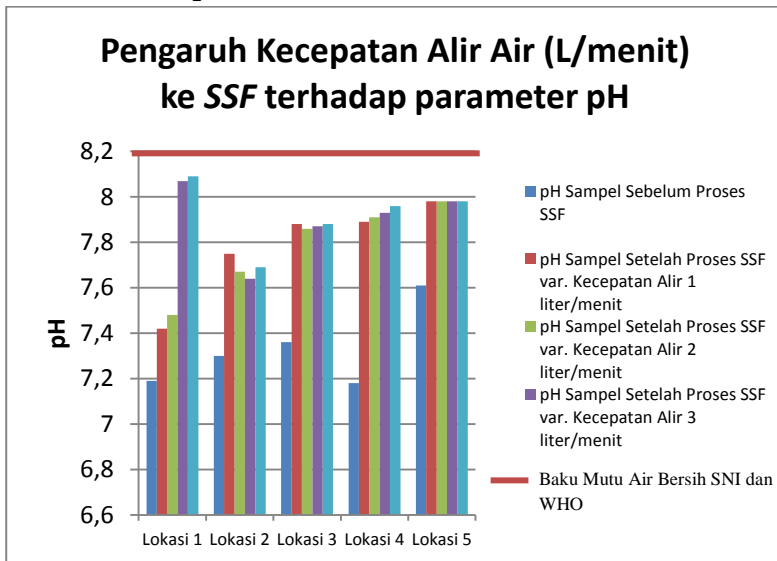
Pada **Gambar IV.2** Kondisi air sumur Keputih pada sampel pertama parameter *turbidity*, TDS, Total hardness, Ca-hardness dan salinitas tidak sesuai dengan baku mutu WHO.



Pada sampel kedua parameter *turbidity*, TDS, Total hardness, Ca-hardness dan salinitas tidak sesuai dengan baku mutu WHO. Pada sampel ketiga parameter *turbidity*, TDS, Total hardness, Ca-hardness dan salinitas tidak sesuai dengan baku mutu WHO. Pada sampel keempat parameter TDS dan salinitas tidak sesuai dengan baku mutu WHO. Pada sampel kelima parameter *turbidity*, TDS dan salinitas tidak sesuai dengan baku mutu WHO.

Dengan kondisi air sumur Keputih yang tidak memenuhi baku mutu SNI dan WHO setelah melalui proses *Slow Sand Filter* menjelaskan bahwa kecepatan aliran air sumur yang masuk ke *Slow Sand Filter* (SSF) mempengaruhi kondisi pH, *Turbidity*, TDS, Total Hardness, Ca-Hardness dan Salinitas. Pengaruh kecepatan alir air masuk *slow sand filter* dengan variabel 1, 2, 3, dan 4 liter/menit dapat dilihat pada analisa dibawah ini :

IV.2.1 Analisa pH





Grafik IV.1 Hubungan Antara Kecepatan Aliran (L/menit) dengan pH

Pada **Grafik IV.1** hubungan antara kecepatan aliran dengan pH sebelum pengolahan pada sampel 1 sebesar 7,19 dan setelah proses pengolahan air dengan menggunakan *sand filter* dengan variabel kecepatan aliran 1, 2, 3, dan 4 liter/menit berturut-turut sebesar 7,42; 7,48; 8,07; dan 8,09. Pada sampel 2 sebelum pengolahan nilai pH sebesar 7,30 dan setelah proses pengolahan air dengan menggunakan *sand filter* dengan variabel kecepatan aliran 1, 2, 3, dan 4 liter/menit berturut-turut sebesar 7,64 7,67; 7,69; dan 7,75. Untuk sampel 3 sebelum pengolahan 7,36 dan setelah proses pengolahan air dengan menggunakan *sand filter* dengan variabel yang sama berturut-turut sebesar 7,88; 7,86; 7,87; dan 7,88. Pada sampel 4 sebelum pengolahan 7,18 dan setelah proses pengolahan air dengan menggunakan *sand filter* dengan variable yang sama berturut-turut 7,89; 7,91; 7,93; dan 7,96. Untuk sampel 5 sebelum pengolahan 7,61 dan setelah proses pengolahan air dengan menggunakan *sand filter* dengan variable yang sama berturut-turut 7,98; 7,98; 7,98; dan 7,98.

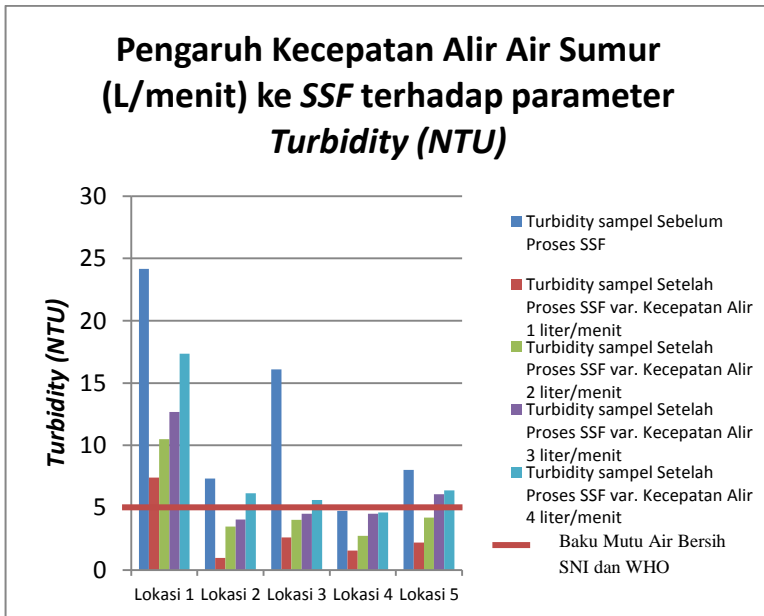
Dari Grafik diatas setiap sampel hubungan antara kecepatan aliran dengan pH didapat bahwa hasil rasio yang paling optimal berada ketika kecepatan aliran 1 liter/menit. Semakin tinggi kecepatan aliran maka semakin tinggi pula nilai pH. Pada percobaan ini, pH sampel setelah proses memenuhi baku mutu air bersih yakni SNI yaitu dengan nilai pH antara 7-8,5.

Zeolit mampu mempertahankan pH air antara 6,2 sampai 7,4. Keadaan ini disebabkan karena zeolit bersifat sebagai penukar ion. Zeolit mampu mempertukarkan kation dan anion yang terdapat dalam rongga molekulnya, terutama terhadap ion H^+ dan OH^- yang terdapat dalam air. Dengan demikian pH air



dapat dipertahankan agar tetap berada dalam kondisi netral (Erndeniz, 1996)

IV.2.2 Analisa *Turbidity*



Grafik IV.2 Hubungan Antara Kecepatan Aliran (L/menit) dengan *Turbidity* (NTU)

Pada **Grafik IV.2** hubungan antara kecepatan aliran dengan *turbidity* sebelum di proses pengolahan *sand filter* pada sampel 1 sebesar 24,15 NTU dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran 1, 2, 3, dan 4 liter/menit berturut-turut sebesar 7,42; 10,5; 12,68; dan 17,36 NTU. Pada



sampel 2 sebelum proses pengolahan nilai *turbidity* sebesar 7,33 NTU dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran yang sama sebesar 0,96; 3,48; 4,05; dan 6,16 NTU. Untuk sampel 3 sebelum pengolahan air *turbidity* sebesar 16,1 NTU dan setelah proses pengolahan air dengan menggunakan *sand filter* dengan variabel yang sama berturut-turut sebesar 2,60; 4,01; 4,52; dan 5,62 NTU. Pada sampel 4 sebelum pengolahan air *Turbidity* sebesar 4,74 NTU dan setelah proses pengolahan air dengan menggunakan *sand filter* dengan variabel yang sama berturut-turut sebesar 1,56; 2,73; 4,52; dan 4,62 NTU. Untuk sampel 5 sebelum pengolahan air *Turbidity* 8,02 NTU dan setelah proses pengolahan air dengan menggunakan *sand filter* dengan variabel yang sama berturut-turut sebesar 2,19; 4,2; 6,08; dan 6,39 NTU.

Dari Grafik diatas setiap sampel hubungan antara kecepatan aliran dengan *turbidity* didapat bahwa hasil rasio yang paling optimal berada ketika kecepatan aliran 1 liter/menit. Pada percobaan ini, *turbidity* sampel setelah proses memenuhi baku mutu air bersih yakni SNI yaitu dengan nilai *turbidity* dibawah 5 NTU. Namun pada sampel 1 tidak memenuhi standar.

Dari Grafik tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan aliran mempengaruhi nilai *turbidity* pada sampel, dimana semakin tinggi kecepatan aliran yang digunakan, *turbidity* sampel semakin naik sesuai dengan literatur. Menurut Maryani (2014), semakin tinggi kecepatan aliran maka akan menyebabkan partikel-partikel yang halus mudah lolos.

Penambahan zeolit mampu memperlambat laju penambahan kekeruhan air. Zeolit mampu menurunkan kadar karbondioksida dan amonia yang menyebabkan kekeruhan dalam air dikarenakan zeolit mempunyai daya serap yang lebih besar terhadap kedua molekul ini dibandingkan dengan molekul oksigen. Jumlah total gas terlarut dalam air dipengaruhi oleh faktor suhu dan tekanan. Pada suhu dan tekanan tetap, akan didapat jumlah total gas yang terlarut juga akan tetap.

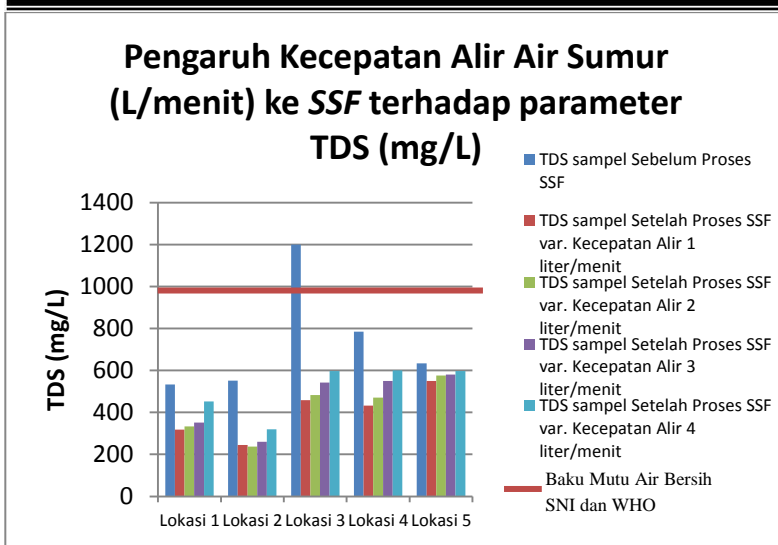


Berdasarkan prinsip ini memungkinkan penurunan kadar karbondioksida dan amonia terlarut akan diimbangi oleh penambahan jumlah oksigen terlarut dalam air tersebut (Erndeniz, 1996).

Kemampuan Antrasit sebagai *activated carbon* untuk menyerap diantaranya disebabkan karena antrasit tersebut selain berpori juga permukaannya terbebas dari deposit senyawa hidrokarbon. Rongga atau pori Antrasit dibersihkan dari senyawa lain atau kotoran sehingga permukaannya dan pusat antrasit menjadi luas atau daya adsorbsinya akan meningkat (Zendikiawan, 2015).

Proses pertukaran ion lebih dominan dalam menurunkan parameter besi, mangan, kesadahan dan TDS. Akibat menurunnya parameter-parameter tersebut maka nilai kekeruhan juga turun lebih banyak. Semakin tinggi nilai porositas, maka pori (rongga) media semakin besar sehingga mestinya kualitas air olahan media yang mempunyai porositas tertinggi lebih buruk dibanding pori (rongga) media yang mempunyai porositas lebih kecil (Abidin, 2008).

IV.2.3 Analisa TDS



Grafik IV.3 Hubungan Antara Kecepatan aliran (L/menit) dengan TDS (mg/L)

Pada **Grafik IV.3** hubungan antara kecepatan aliran dengan TDS sebelum di proses pengolahan *sand filter* pada sampel 1 sebesar 533 mg/L dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran 1, 2, 3, dan 4 liter/menit berturut-turut sebesar 318; 333,33; 352,35; dan 452,45 mg/L. Pada sampel 2 sebelum proses pengolahan nilai TDS sebesar 551 mg/L dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran yang sama sebesar 245; 238; 260; dan 320 mg/L. Untuk sampel 3 sebelum proses pengolahan nilai TDS sebesar 1200 mg/L dan setelah proses pengolahan dengan variabel yang sama sebesar 458; 483; 543; dan 597 mg/L. Pada sampel 4 sebelum proses pengolahan air nilai TDS sebesar 785 mg/L dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran yang sama sebesar 432; 470; 550; dan 600 mg/L. Untuk sampel 5 sebelum proses



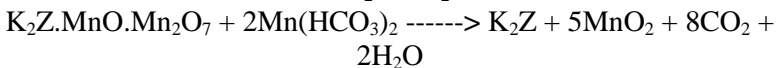
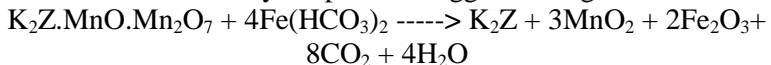
pengolahan air nilai TDS sebesar 634 mg/L dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran yang sama sebesar 550; 576; 580; dan 598 mg/L.

Dari Grafik diatas setiap sampel hubungan antara kecepatan aliran dengan TDS didapat bahwa hasil rasio yang paling optimal berada ketika kecepatan aliran 1 liter/menit. Pada percobaan ini, TDS sampel setelah proses memenuhi baku mutu air bersih yakni SNI yaitu dengan nilai TDS dibawah 1000 mg/L.

Dari Grafik tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan aliran mempengaruhi nilai TDS pada sampel, dimana semakin tinggi kecepatan aliran yang digunakan, TDS sampel semakin naik sesuai dengan literatur. Menurut Maryani (2014), semakin tinggi kecepatan aliran maka akan menyebabkan partikel-partikel yang halus mudah lolos sehingga waktu kontak dengan media cepat.

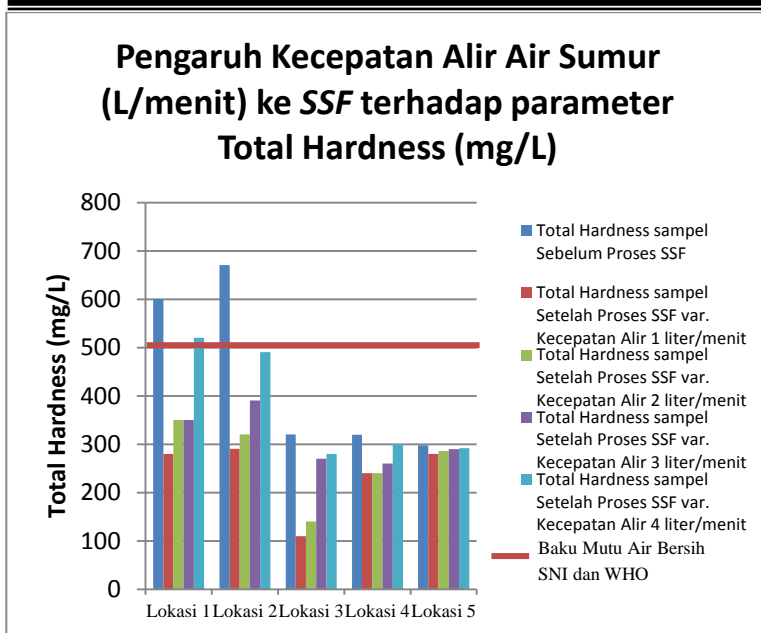
Zeolit telah banyak digunakan untuk pemurnian air, baik sebagai absorben maupun penukar ion. Zeolit dapat menyerap secara efektif senyawa senyawa dalam air, seperti amonia, amina, beberapa senyawa organik termasuk pestisida dan senyawa kimia toksid seperti Se, Sr, Pb, Cd, Ag dan logam-logam berat (Saryati, 2002).

Proses reaksinya dapat diterangkan sebagai berikut :



Selama proses berlangsung kemampuan reaksi mangan zeolit makin lama makin berkurang dan akhirnya menjadi jenuh, dan jika sudah jenuh harus diganti dengan mangan zeolit yang baru. Lama menggunakan dari mangan zeolit tersebut bergantung dari kualitas air baku dan jumlah air yang akan di saring (Abidin, 2008).

IV.2.4 Analisa Total Hardness



Grafik IV.4 Hubungan Antara Kecepatan Aliran (L/menit) dengan Total Hardness (mg/L)

Pada **Grafik IV.4** hubungan antara kecepatan aliran dengan Total Hardness sebelum di proses pengolahan *sand filter* pada sampel 1 sebesar 600,54mg/L dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran 1, 2, 3, dan 4 liter/menit berturut-turut sebesar 280,25; 350,32; 350,32; dan 520,47 mg/L. Pada sampel 2 sebelum proses pengolahan nilai Total Hardness sebesar 670,60 mg/L dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran yang sama sebesar 290,26; 320,29; 390,35; dan 490,44 mg/L. Untuk sampel 3 sebelum proses pengolahan sebesar 320,29 mg/L dan setelah pengolahan air dengan variabel yang sama nilai Total Hardness sebesar 110,10;



140,13; 270,24; dan 280,25 mg/L. Pada sampel 4 sebelum proses pengolahan sebesar 320 mg/L dan setelah pengolahan air dengan variabel yang sama nilai Total Hardness sebesar 240,22; 240,22; 260; dan 300,54 mg/L. Untuk sampel 5 sebelum proses pengolahan sebesar 298 mg/L dan setelah pengolahan air dengan variabel yang sama nilai Total Hardness sebesar 280,32; 286; 290; dan 292,2 mg/L.

Dari Grafik diatas setiap sampel hubungan antara kecepatan aliran dengan Total Hardness didapat bahwa hasil rasio yang paling optimal berada ketika kecepatan aliran 1 liter/menit. Pada percobaan ini, Total Hardness sampel 2, 3, 4, dan 5 setelah proses memenuhi baku mutu air bersih yakni SNI yaitu dengan nilai Total Hardness dibawah 500 mg/L. Sedangkan pada sampel 1 pada variabel kecepatan 4 l/m tidak memenuhi baku mutu air SNI dikarenakan nilai dari total hardness yang sangat tinggi sedangkan rata-rata kadar kesadahan setelah melewati media filter dengan ketebalan 50 cm sebesar 196 mg/l, dengan penurunan sebesar 65%, ketebalan 55 cm sebesar 145 mg/l, dengan penurunan 74,19%, dan ketebalan 60 cm sebesar 116 mg/l, dengan penurunan 79,18% (*Istiqomah, 2014*).

Dari Grafik tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan aliran mempengaruhi nilai Total Hardness pada sampel, dimana semakin tinggi kecepatan aliran yang digunakan, Total Hardness sampel semakin naik sesuai dengan literatur. Menurut Maryani (2014), semakin tinggi kecepatan aliran maka akan menyebabkan partikel-partikel yang halus mudah lolos sehingga waktu kontak dengan media cepat.

Zeolit merupakan suatu mineral silikat hidrat dari Al dan Ca, Al dan Na yang terdapat di alam. Atau berupa resin tukar ion buatan. Prinsip aktif proses zeolit adalah natrium aluminosilikat yang dibuat dalam bentuk pelintiran-pelintiran atau granula kasar untuk menyaring air. Adanya kalsium akan mengusir natrium, tapi sama sekali tak akan merusak bentuk ion-ionnya.



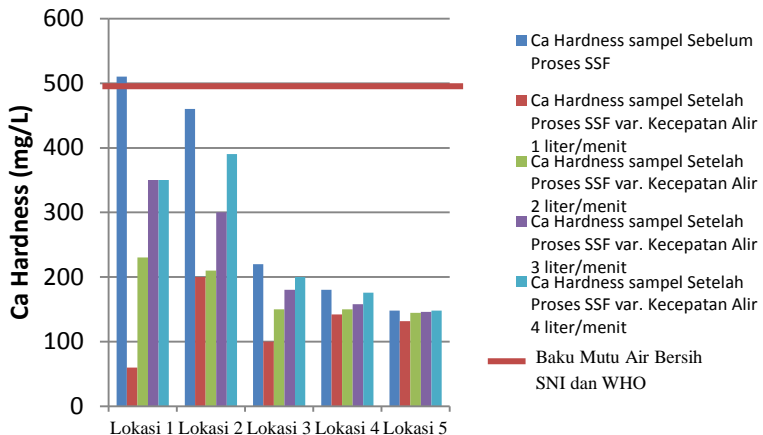
Zeolit memiliki rumus kimia $\text{Na}_2(\text{Al}_2\text{SiO}_3\text{O}_{10}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{K}_2(\text{Al}_2\text{SiO}_3\text{O}_{10}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Zeolit mempunyai struktur tiga dimensi yang memiliki pori-pori yang dapat dikewati air. Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan ditukar dengan ion Na^+ dan K^+ dari zeolit, sehingga air tersebut terbebas dari kesadahan (*Krisna, 2011*).

pH yang tinggi dapat menyebabkan ion-ion kesadahan menjadi mengendap, sebagai $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dan CaCO_3 . Zeolit memiliki muatan negatif karena keberadaan atom alumunium di dalamnya. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit dapat mengikat kationkation pada air, Fe, Al, Ca dan Mg yang umumnya terdapat pada air tanah. Dengan mengalirkan air baku pada filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolit yang memiliki muatan negatif. Selain itu zeolit juga mudah melepaskan kation dan digantikan dengan kation lainnya, misalnya zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Dengan demikian, zeolit berfungsi sebagai *ion exchanger* dan adsorben dalam pengolahan air (*Ristiana, 2009*).

IV.2.5 Analisa Ca Hardness



Pengaruh Kecepatan Alir Air Sumur (L/menit) ke SSF terhadap parameter Ca Hardness (mg/L)



Grafik IV.5 Hubungan Antara Kecepatan Aliran (L/menit) dengan Ca Hardness (mg/L)

Pada **Grafik IV.5** hubungan antara kecepatan aliran dengan Ca Hardness sebelum di proses pengolahan *sand filter* pada sampel 1 sebesar 510,46 mg/L dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran 1, 2, 3, dan 4 liter/menit berturut-turut sebesar 60,50; 230,21; 350,32; dan 350,315 mg/L. Pada sampel 2 sebelum proses pengolahan nilai Ca Hardness sebesar 460,51 mg/L dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran yang sama sebesar 200,18; 210,19; 300,27; dan 390,25 mg/L. Untuk sampel 3 sebelum pengolahan air nilai Ca Hardness sebesar 220,2 mg/L sedangkan setelah pengolahan *sand filter* dengan variabel yang sama sebesar 100,09; 150,14; 180,16; dan 200,18 mg/L. Pada sampel 4

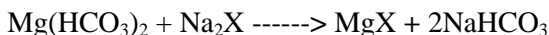
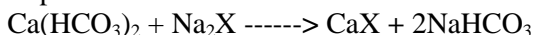


sebelum pengolahan air nilai Ca Hardness sebesar 180,22 mg/L dan setelah pengolahan *sand filter* dengan variabel yang sama sebesar 142,36; 150; 158; dan 176 mg/L. Pada sampel 5 sebelum pengolahan air nilai Ca Hardness sebesar 148 mg/L dan setelah pengolahan *sand filter* dengan variabel yang sama sebesar 132; 144,8; 146; dan 148 mg/L.

Dari Grafik diatas setiap sampel hubungan antara kecepatan aliran dengan Ca Hardness didapat bahwa hasil rasio yang paling optimal berada ketika kecepatan aliran 1 liter/menit. Pada percobaan ini, Ca Hardness sampel 1, 3, 4, dan 5 setelah proses memenuhi baku mutu air bersih yakni SNI yaitu dengan nilai Total Hardness dibawah 500 mg/L. Namun pada sampel 2 tidak memenuhi standard.

Dari Grafik tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan aliran mempengaruhi nilai Ca Hardness pada sampel, dimana semakin tinggi kecepatan aliran yang digunakan, Ca Hardness sampel semakin naik sesuai dengan literatur. Menurut Maryani (2014), semakin tinggi kecepatan aliran maka akan menyebabkan partikel-partikel yang halus mudah lolos sehingga waktu kontak dengan media cepat.

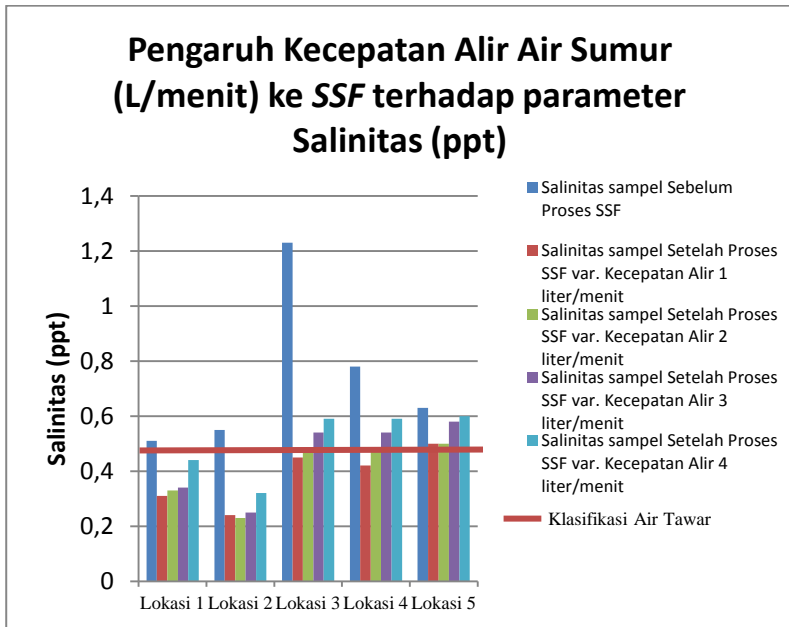
Reaksi kimia berikut menunjukkan proses pertukaran, di mana X merupakan zeolit :



Zeolit mempunyai sifat sebagai *ion exchange*, dengan mengalirkan air sampel pada filter zeeolit akan melepaskan natrium dan digantikan dengan mengikat Ca dan Mg (Ristiana, 2009).



IV.2.6 Analisa Salinitas



Grafik IV.6 Hubungan Antara Kecepatan Aliran (L/menit)
dengan Salinitas (ppt)

Pada **Grafik IV.6** hubungan antara kecepatan aliran dengan Salinitas sebelum di proses pengolahan *sand filter* pada sampel 1 sebesar 0,51 ppt dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran 1, 2, 3, dan 4 liter/menit berturut-turut sebesar 0,31; 0,33; 0,34; dan 0,44 ppt. Pada sampel 2 sebelum proses pengolahan nilai Salinitas sebesar 0,55 ppt dan setelah proses pengolahan dengan variabel kecepatan aliran yang sama sebesar 0,24; 0,23; 0,25; dan 0,32 ppt. Untuk sampel 3 sebelum proses pengolahan nilai salinitas sebesar 1,23 ppt dan setelah proses pengolahan air dengan *sand filter* dengan variabel yang



sama sebesar 0,59; 0,54; 0,47; dan 0,45 ppt. Pada sampel 4 sebelum proses pengolahan nilai salinitas sebesar 0,78 ppt dan setelah proses pengolahan air dengan *sand filter* dengan variabel yang sama sebesar 0,42; 0,47; 0,54; dan 0,59 mg/L. Pada sampel 5 sebelum proses pengolahan nilai salinitas sebesar 0,63 ppt dan setelah proses pengolahan air dengan *sand filter* dengan variabel yang sama sebesar 0,50; 0,50; 0,58, dan 0,6 ppt.

Dari Grafik diatas setiap sampel hubungan antara kecepatan aliran dengan Salinitas didapat bahwa hasil rasio yang paling optimal berada ketika kecepatan aliran 1 liter/menit. Pada percobaan ini, Salinitas sampel setelah proses memenuhi klasifikasi air tawar yaitu 0-0,5 ppt. Tetapi pada sampel 3, 4 dan 5 pada kecepatan aliran 3 dan 4 L/m tidak sesuai dengan klasifikasi air tawar.

Dari Grafik tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan aliran mempengaruhi nilai Salinitas pada sampel, dimana semakin tinggi kecepatan aliran yang digunakan, Salinitas sampel semakin naik sesuai dengan literatur. Menurut Maryani (2014), semakin tinggi kecepatan aliran maka akan menyebabkan partikel-partikel yang halus mudah lolos sehingga waktu kontak dengan media cepat.

Zeolit alam bermuatan negatif dengan mempunyai gugus aktif penukar kation berupa kation alkali atau alkali tanah misalnya Na^+ , K^+ , atau Ca^{2+} . Gugus aktif ini berperan sebagai penyeimbang muatannya yang dapat dipertukarkan dengan kation lain misalnya surfaktan kationik (Kurniawan, 2011).

Zeolit adalah mineral alami yang merupakan senyawa aluminium silikat hidrat yang mempunyai luas permukaan yang besar dan kapasitas tukar kation yang tinggi. Pada awal pemanfaatan proses pertukaran ion dalam industri, resin penukar ion berasal dari senyawa inorganik mineral zeolit. Dengan berkembangnya resin sintetis organik yang berkapasitas tukar

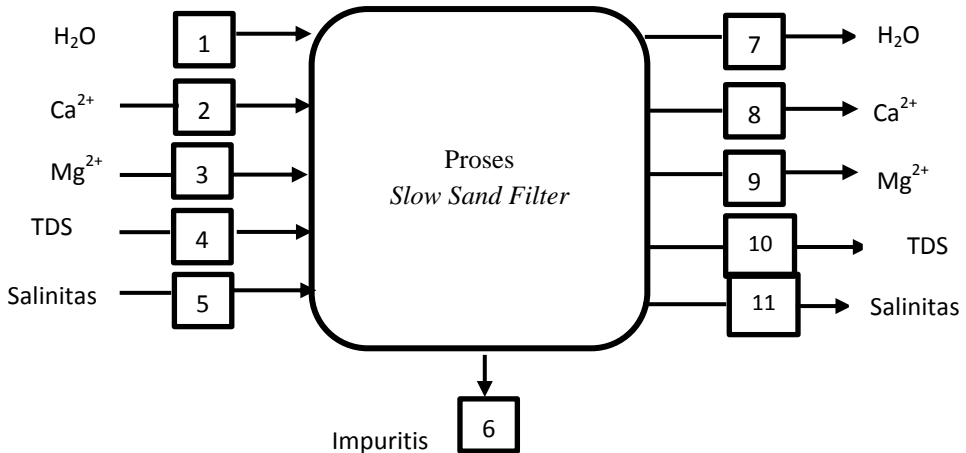


kation lebih besar daripada pemakaian mineral zeolit sebagai penukar ion semakin sedikit (*Astuti, 2007*).

BAB V NERACA MASSA

Pengolahan air sumur menggunakan *Slow Sand Filter* dengan komposisi sebagai berikut:

- Kapasitas : 312.000 kg air/tahun
1000 kg air/hari
- Operasi : 312 hari/tahun
- Basis Massa : kg
- Basis Waktu : 1 hari



Tabel V.1 Neraca Massa Proses *Slow Sand Filter*

Massa Masuk		Massa Keluar	
Aliran 1, 2, 3, dan 4		Aliran 5, 6, 7, 8 dan 9	
Komponen	Massa (kg)	Komponen	Massa (kg)
H ₂ O	998,4797	H ₂ O	998,4797
Ca ²⁺	0,08818	Ca ²⁺	0,04008
Mg ²⁺	0,23211	Mg ²⁺	0,07002
TDS	1,200	TDS	0,4580
Salinitas	1,23 x 10 ⁻⁹	Salinitas	4,5 x 10 ⁻¹¹
		Impuritis	0,9973



Total	1.000	Total	1.000
--------------	--------------	--------------	--------------

Keterangan : Untuk variabel terbaik dengan kecepatan alir 1 liter/menit

BAB VI NERACA ENERGI

Pengolahan air sumur menggunakan *Slow Sand Filter* dengan komposisi sebagai berikut:

- Kapasitas : 312.000 kg air/tahun
1000 kg air/hari
- Operasi : 312 hari/tahun
- Basis Massa : kg
- Basis Waktu : 1 hari
- Satuan Energi : m^2/s^2

VI.1 Tabel Perhitungan Energi Total

Tabel VI.1 Perhitungan Energi Proses *Backwash Slow Sand Filter*

Komponen	ρ (kg/m^3)	V_1 (m/s)	V_2 (m/s)	h_1 (m)	h_2 (m)	g (m/s^2)
P	1000	-	-	-	-	-
Ep	1000			1,15	0,05	9,8
Ek	1000	0,00178	0,0013	-	-	-

**VI.2 Neraca Energi****Tabel VI.2** Neraca Energi Proses *Backwash Slow Sand Filter*

Neraca Energi			
Masuk (m^2/s^2)		Keluar (m^2/s^2)	
P_1/ρ	0,639	P_2/ρ	11,420
E_p	11,27	E_p	0,49
E_k	0,00089	E_k	0,00065
Total	11,911	Total	11,911

Tabel VI.3 Neraca Energi Proses *Utama Slow Sand Filter*

Neraca Energi			
Masuk (m^2/s^2)		Keluar (m^2/s^2)	
P_1/ρ	6,399	P_2/ρ	17,181
E_p	11,27	E_p	0,49
E_k	0,0718	E_k	0,013
Total	17,678	Total	17,678

BAB VII ESTIMASI BIAYA

Estimasi Biaya Total “Produksi Alat Pengolahan Air Bersih dari Air Sumur yang Mengandung Kapur Tinggi Menggunakan Sistem *Slow Sand Filter* (SSF)” dengan kapasitas produksi sebesar 15 buah perhari.

Tabel VII.1 Investasi Bahan Habis Pakai (*Variable Cost*)

No	Keterangan	Kuantitas	Harga(Rp.)	Total Biaya (Rp.)
A.	Bahan baku + pelengkap			
1.	Akrilik	15 lembar	340.000/lembar	5.100.000,00
2.	Antrasit	75 kg	7000/kg	525.000,00
3.	Kerikil	60 kg	7000/kg	420.000,00
4.	Batu	75 kg	3000/kg	225.000,00
5.	Zeolit	105 kg	5000/kg	525.000,00
6.	Valve	30 buah	10.000/buah	300.000,00
7.	Pipa 1/2”	60 meter	19.700/4 meter	576.000,00
8.	Pipa 3/4”	60 meter	27.700/4 meter	415.500,00
9.	Lem Akrilik	5 L	50.000/L	250.000,00
10.	Pompa	15 unit	250.000/unit	3.750.000,00
11.	Flowmeter	15 unit	350.000/unit	5.250.000 ,00
12.	Manometer	30 unit	72.500/unit	2.175.000,00
13.	Besi Siku Tebal	6 unit	55.000/unit	330.000,00
B.	Utilitas			
13.	Listrik	150kWh	1.352/kWh	202.800,00
C.	Lain-lain			

VII-2



BAB VII Estimasi Biaya

14.	Pegawai Pembuatan	15 orang	80.000/orang	1.200.000,00
15.	Pegawai Administrasi	5 orang	70.000/orang	350.000,00
16.	Pegawai Pengadaan	5 orang	60.000/orang	300.000,00
Sub-total				16.363.300,00

Tabel VII. 2 Investasi Alat (*Fixed Cost*)

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
1.	Pemotong dan penekuk akrilik	15 unit	2.300.000,00	34.500.000,00
2.	Alat Ukur	15 unit	55.000,00	825.000,00
3.	Stabilizer	15 unit	2.900.000,00	43.500.000,00
4.	Komputer	5 unit	5.000.000,00	25.000.000,00
5.	Printer	5 unit	3.000.000,00	15.000.000,00
6.	Pemeliharaan preventif	-	20.000.000,00	20.000.000,00
7.	Sewa rumah produksi	1 unit	65.000.000,00	65.000.000,00
Sub-total				203.825.000,00

VII.3 Analisa Ekonomi Investasi Alat dengan Nilai

Total biaya produksi dalam 1 hari = Rp. 16.363.300,00

Biaya produksi perbulan = Rp. 16.363.300,00 x 26

= Rp. 425.544.800,00

Biaya produksi pertahun = Rp. 425.544.800,00 x 12

= Rp. 5.105.349.600,00



Total Produksi Alat Pengolahan Air Bersih dari Air Sumur yang Mengandung Kapur Tinggi Menggunakan Sistem SSF (Slow Sand Filter) perhari adalah 15 unit

$$\begin{aligned}\text{Total produksi perbulan} &= 15 \text{ unit} \times 26 \\ &= 390 \text{ unit}\end{aligned}$$

$$\text{Total produksi pertahun} = 4680 \text{ unit}$$

Total biaya produksi pertahun

$$\begin{aligned}&= \text{Fixed Cost (FC)} + \text{Variabel Cost (VC)} \\ &= \text{Rp. 203.825.000,00} + \text{Rp. 5.105.349.600,00} \\ &= \text{Rp. 5.309.174.600,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga Pokok Produksi} &= \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Total produksi}} \\ \text{Harga Pokok Produksi} &= \frac{\text{Rp. 5.309.174.600,00}}{4680 \text{ unit}}\end{aligned}$$

$$= \text{Rp. 1.134.439,00}$$

$$\begin{aligned}\text{Margin keuntungan yang diinginkan} &= 20\% \text{ dari HPP} \\ &= \text{Rp. 226.888,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga jual akhir} &= \text{HPP} + \text{margin} \\ &= \text{Rp. 1.134.439,00} + \text{Rp. 226.888,00} \\ &= \text{Rp. 1.361.326,82}\end{aligned}$$

$$= \text{Rp. 1.362.000,00}$$

$$\text{Biaya variabel per unit} = \frac{\text{Variabel cost}}{\text{Total produksi}}$$

$$\text{Biaya variabel per unit} = \frac{\text{Rp. 5.105.349.600,00}}{4680 \text{ buah}} = \text{Rp. 1.090.887,00}$$

$$\text{Total Penjualan} = \text{Rp. 1.362.000,-} \times 4680 \text{ unit}$$



$$= \text{Rp. } 63.741.600.000$$

$$\text{BEP unit} = \frac{\text{FC}}{\text{P} - \text{VC unit}}$$

$$\text{BEP unit} = \frac{\text{Rp. } 203.825.000,00}{(\text{Rp. } 1.362.000,00/\text{unit} - \text{Rp. } 1.090.887,00/\text{unit})}$$

$$\text{BEP unit} = 751,807 \text{ unit} = 752 \text{ unit}$$

$$\text{BEP (dalam rupiah)} = \frac{\text{Biaya tetap}}{1 - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Penjualan bersih}}}$$

$$\text{BEP (dalam rupiah)} = \frac{\text{Rp. } 203.825.000,00}{1 - \frac{\text{Rp. } 1.090.887,00}{\text{Rp. } 1.362.000,00}}$$

$$\text{BEP (dalam rupiah)} = \text{Rp. } 1.023.961.627,00$$

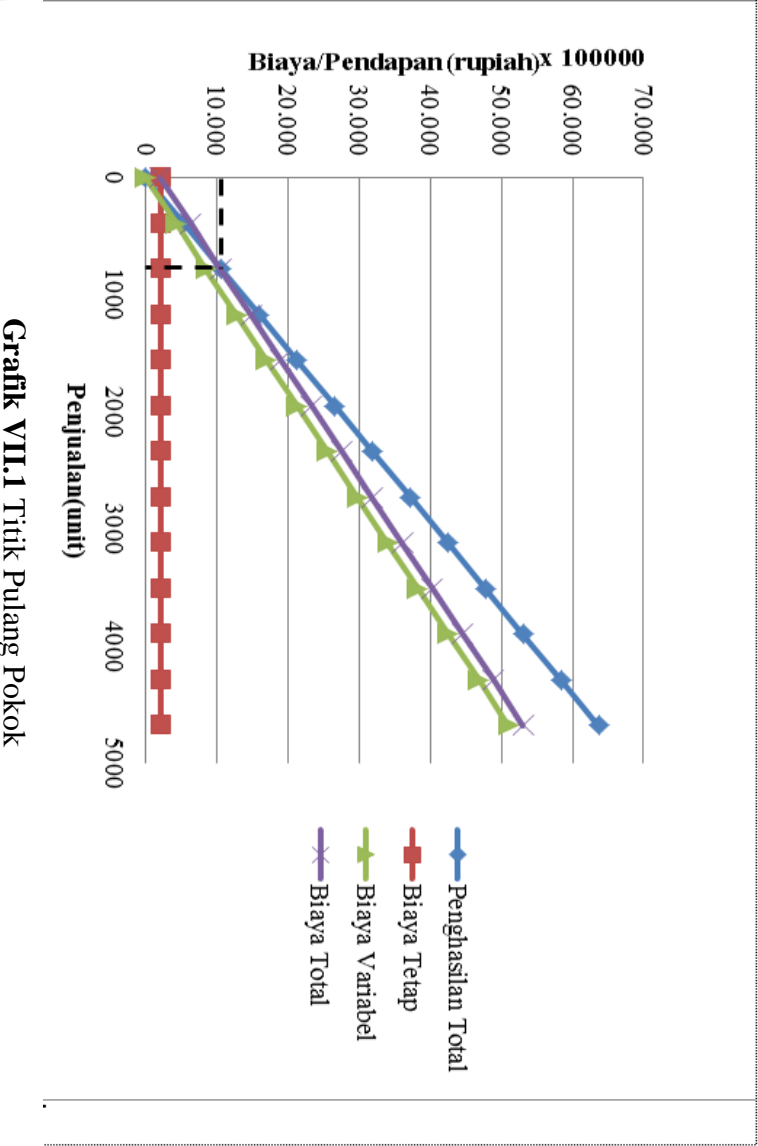
Tabel VII.3 Perhitungan Biaya

Unit yang dijual	Penghasilan total (Rupiah)	Biaya tetap (Rupiah)	Biaya variabel (Rupiah)	Biaya total (Rupiah)
0	0	203.825.000,00	0	203.825.000
390	531.180.000	203.825.000,00	425.445.930	629.270.930
780	1.062.360.000	203.825.000,00	850.891.860	1.054.716.860
1170	1.593.540.000	203.825.000,00	1.276.337.790	1.480.162.790
1560	2.124.720.000	203.825.000,00	1.701.783.720	1.905.608.720
1950	2.655.900.000	203.825.000,00	2.127.229.650	2.331.054.650
2340	3.187.080.000	203.825.000,00	2.552.675.580	2.756.500.580
2730	3.718.260.000	203.825.000,00	2.978.121.510	3.181.946.510
3120	4.249.440.000	203.825.000,00	3.403.567.440	3.607.392.440
3510	4.780.620.000	203.825.000,00	3.829.013.370	4.032.838.370
3900	5.311.800.000	203.825.000,00	4.254.459.300	4.458.284.300



4290	5.842.980.000	203.825.000,00	4.679.905.230	4.883.730.230
4680	6.374.160.000	203.825.000,00	5.105.351.160	5.309.176.160

Secara grafis BEP atau titik pulang pokok menurut buku “*Pengantar Bisnis Modern (Pengantar Bisnis Perusahaan Modern)*” edisi ke tiga oleh Basu Swastha tahun 1998, ditentukan oleh persilangan antara garis penghasilan total dengan garis biaya total. Jadi dapat disimpulkan bahwa titik pulang pokok perusahaan diperoleh pada volume penjualan 752 unit. Apabila perusahaan telah mencapai angka penjualan tersebut di atas, maka dapat diartikan bahwa perusahaan telah mencapai titik dimana perusahaan tidak mengalami kerugian atau memperoleh keuntungan.





BAB VIII PENUTUP

VIII.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil terbaik yang didapat, yaitu pada variabel kecepatan aliran masuk adalah 1 liter/menit untuk setiap air sumur Keputih Surabaya dengan penurunan nilai setiap parameter pH, *turbidity*, TDS, *total hardness*, *Ca-hardness*, dan salinitas yang sesuai dengan SNI. Namun dengan kebutuhan air masyarakat yang banyak sedangkan pada kecepatan alir 1 liter/menit yang lambat maka direkomendasikan kecepatan alir yang digunakan adalah 3 liter/menit. Nilai parameter yang diuji masih sesuai baku mutu.
2. Pada variabel kecepatan aliran masuk 1 liter/menit pada sampel 1 didapat nilai pH, *turbidity*, TDS, *total hardness*, *Ca-hardness*, dan salinitas berturut-turut adalah 7,42; 7,42 NTU; 318 mg/L; 280,25 mg/L; 60,05 mg/L dan 0,31 ppt, pada sampel 2 didapat pH, *turbidity*, TDS, *total hardness*, *Ca-hardness*, dan salinitas berturut-turut adalah 7,64; 0,96 NTU; 245 mg/L; 290,96 mg/L; 200,18 mg/L dan 0,24 ppt, pada sampel 3 didapat pH, *turbidity*, TDS, *total hardness*, *Ca-hardness*, dan salinitas berturut-turut adalah 7,88; 2,60 NTU; 458 mg/L; 110,10 mg/L; 100,09 mg/L dan 0,45 ppt, pada sampel 4 didapat pH, *turbidity*, TDS, *total hardness*, *Ca-hardness*, dan salinitas berturut-turut adalah 7,89; 1,56 NTU; 432 mg/L; 240,22 mg/L; 142,36 mg/L; dan 0,42 ppt, pada sampel 5 didapat pH, *turbidity*, TDS, *total*



hardness, *Ca-hardness*, dan salinitas berturut-turut adalah 7,98; 2,19 NTU; 550 mg/L; 280,32 mg/L; 132 mg/L; 0,5 ppt.

3. Kualitas air sumur Keputih setelah diproses *sand filter* sudah sesuai dengan standard internasional WHO.

VIII.2 Saran

Terdapat parameter air bersih yang belum memenuhi syarat yaitu salinitas dan juga terdapat parameter yang belum di analisa yaitu mikrobiologi, sehingga perlu adanya penelitian dan percobaan lebih lanjut tentang *slow sand filter*.

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
w	Berat	gram
T	Suhu	$^{\circ}\text{C}$
Q	Debit	mL/s
P	Tekanan	N/cm^2
g	Gravitasi	m/s^2
pH	Derajat keasaman	-
ρ	Densitas	kg/m^3
v	Flow rate	cm/s
V	Volume	mL
BM	Berat molekul	gram/mol
M	Konsentrasi	mol/L
t	Waktu	Detik
TDS	Total Dissolved Solid	mg/L
Turbidity	Kekeruhan	NTU
Total Hardness	Kesadahan Total	mg/L
Ca-Hardness	Kesadahan Kalsium	mg/L
h	Ketinggian	meter
Ep	Energi Potensial	m^2/s^2
Ek	Energi Kinetik	m^2/s^2
A	Volume EDTA	mL
B	Volume Sampel	mL
f	Faktor Koreksi	-

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2008). *Pengaruh Kombinasi Resin (Mangan Zeolit) Dengan Pasir dalam Menurunkan Kadar Fe (Besi) pada Air*. *Jurnal Kesehatan*, ISSN 1979-7621, Vol. 1, No. 2, 165-174.
- Alaerts Dr.Ir.G, dan Ir.Sri Sumestri Santika, MSc. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Alamsyah, S. (2013). *Merakit Sendiri Alat Penjernih Air untuk Rumah Tangga*. Jakarta: Kawan Pustaka
- Apriani, Suci. (2009). *Penurunan Salinitas Air Payau dengan Menggunakan Resin Penukar Ion*. 2-3
- Astari, S. (2010). *Kehandalan Saringan Pasir Lambat dalam Pengolahan Air*. 3-10
- Astuti, W. (2007). *Desalinasi Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolite (SMZ)*. *Jurnal Zeolit Indonesia* Vol 6. No.1
- Eko, Suryo. (2017). *Mereka yang Belum Bahagia Tidak Terjangkau Air PDAM*. (<http://www.jawapos.com/read/2017/04/04/121013/mereka-yang-belum-bahagia-karena-tidak-terjangkau-air-pdam>) diakses pada tanggal 6 Mei 2017)
- Erndeniz. (1996). *Pengaruh Penambahan Zeolit Alam terhadap Kualitas Air Akuarium*. *Jurnal Matematika dan Pengetahuan Alam*, 43-60.
- Greenlee. (2009). *Rancangan Bangun Alat Pemurnian Air Payau dengan Membran Reverse Osmosis untuk Memenuhi Air Minum Masyarakat Daerah Pesisir*. Hal 2
- Ikhsan, S. (2015). *Study Pemenuhan Air Bersih PDAM Kota Surabaya Proyeksi*. Vol 3 Nomer 1 ISSN: 1412-0860
- Istiqomah, A. (2014). *Pengaruh Kombinasi Ketebalhan Media Filter Pasir dan Zeolit Terhadap Penurunan Kadar Kesadahan pada Air Sumur di Desa Kismoyoso Ngemplak Boyolali*. Program Studi Kesehatan

- Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammdiyah Surakarta.
- Krisna, D. N. (2011). *Faktor Risiko Kejadian Suspect Penyakit Batu Ginjal di Wilayah Kerja Puskesmas Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2010*.
- Marsidi, Ruliasih. (2001). Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.2, No. 1. 1-10
- Maryani, D. (2014). *Pengaruh Ketebalan Media dan Rate Filtrasi pada Sand Filter dalam menurunkan Kekeruhan dan Total Coliform*. *Jurnal Teknik POMMITS* Vol. 3, No.2, (2014) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- Purnomo, N. (2013). *Studi Pengaruh Air Laut Terhadap Air Tanah di Wilayah Pesisir Surabaya Timur*. *Jurnal Teknik Kimia POMITS* Vol.1 No. 1. Hal 1.
- Ristiana, N. (2009). *Keefektifan Ketebalan Kombinasi Zeolit dengan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Karangtengah Weru Kabupaten Sukoharjo*. *Jurnal Kesehatan*, ISSN 1979-7621, Vol. 2, No. 1, 91-102.
- Sagala, Hendri Trisno (2014). *Uji Penambahan Media Tanah pada Saringan Pasir Lambat Pipa (SPL-P) terhadap Beberapa Parameter Kimia Air Hasil Penyaringan*. Fakultas Pertanian Bengkulu.
- Said, Ir. Nusa Idaman. (1999). *Teknologi Pengolahan Air Bersih dengan Proses Saringan Pasir Lambat Up Flow*. Direktorat Teknologi Lingkungan, Depoti Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material dan Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- Saryati. (2002). *Komposit Tawas Arang Aktif Zeolit untuk Memperbaiki Kualitas Air*. *Jurnal SainsMateri Indonesia* Volume 4 No. 1, 9-15.
- Suryana, R. (2013). *Analisis Kualitas Air Sumur Dangkal di Kecamatan Biringkanayya Kota Makassar*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

- Tyas, I. (2013). *Studi Penurunan Parameter TSS dan Turbidity dalam Air Limbah Domestik Artifisial Menggunakan Kombinasi Vertic Roughing Filter dan Horizontal Roughing Filter*. 5-6
- Zendikiawan, A. (2015). *Penelitian Air PDAM*

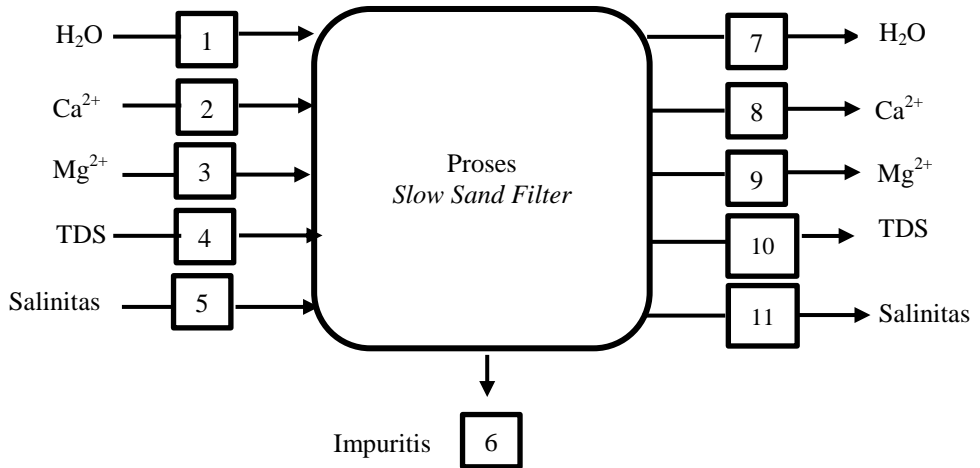
APPENDIKS A NERACA MASSA

Neraca Massa Proses Elektrokoagulasi

Fungsi : Untuk menghitung massa air sumur selama proses *slow sand filter*.

Basis : 1 m³/proses kecepatan 1 liter/menit

Menggunakan proses *batch*



Tabel A.1 Neraca Massa Proses *Slow Sand Filter*

Massa Masuk		Massa Keluar	
Aliran 1, 2, 3, dan 4		Aliran 5, 6, 7, 8 dan 9	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
H ₂ O	998.479,71	H ₂ O	998.479,71
Ca ²⁺	88,18	Ca ²⁺	40,08
Mg ²⁺	232,11	Mg ²⁺	70,02
Salinitas	0,00000123	Salinitas	0,00000045
TDS	1200	TDS	458
		Impurities	992,27

Total	1.000.000	Total	1.000.000
--------------	------------------	--------------	------------------

Aliran 1 (H₂O)

Tabel A.1.1 Massa H₂O Sebelum Proses *Slow Sand Filter*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air Sumur	1 m ³	998.479,71

Aliran 2 (Ca²⁺)

Tabel A.2.1 Massa Ca²⁺ Sebelum Proses *Slow Sand Filter*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Ca ²⁺	1 m ³	88,176

$$\text{Konsentrasi Ca}^{2+} \text{ (sebagai mg/L)} = \frac{A \times 400,8 \times f}{B}$$

Sumber : (Alaerts, 1984)

$$= \frac{2,2 \times 400,8 \times 1}{10}$$

$$= 88,176 \text{ mg/L}$$

$$= 88,176 \text{ gram/m}^3$$

$$\text{Massa Ca}^{2+} \text{ (basis 1 m}^3\text{)} = 88,176 \text{ gram}$$

Aliran 3 (Mg²⁺)

Tabel A.3.1 Massa Mg²⁺ Sebelum Proses *Slow Sand Filter*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Mg ²⁺	1 m ³	320,29

$$\text{Kesadahan}^+ \text{ (sebagai mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times 1,0009 \times 1000 \times f}{B}$$

Sumber : (Alaerts, 1984)

$$= \frac{3,2 \times 1,0009 \times 1000 \times 1}{10}$$

$$\begin{aligned}
 &= 320,29 \text{ mg/L} \\
 &= 320,29 \text{ gram/m}^3 \\
 \text{Total Hardness} &= \text{Ca-Hardness} + \text{Mg-Hardness} \\
 320,29 \text{ mg/L} &= 88,176 \text{ gram} + \text{Mg-Hardness} \\
 \text{Mg-Hardness} &= 232,11 \text{ mg/L} \\
 \text{Mg-Hardness} &= 232,11 \text{ gram/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Massa Mg}^{2+} (\text{basis } 1 \text{ m}^3) = 232,11 \text{ gram}$$

Aliran 4 (Air)

Tabel A.4.1 Massa TDS Sebelum Proses *Slow Sand Filter*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air Sumur	1 m ³	1200

$$\begin{aligned}
 \text{TDS (Total Dissolved Solid)} &= 1200 \text{ mg/L} \\
 &= 1200 \text{ gram/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Massa TDS (basis } 1 \text{ m}^3) = 1200 \text{ gram}$$

Aliran 5 (Air)

Tabel A.5.1 Massa Salinitas Sebelum Proses *Slow Sand Filter*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air Sumur	1 m ³	0,00000123

$$\begin{aligned}
 \text{Salinitas} &= 1,23 \text{ ppt} \\
 &= 0,00000123 \text{ mg/L} \\
 &= 0,00000123 \text{ gram/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Massa Salinitas (basis } 1 \text{ m}^3) = 0,00000123 \text{ gram}$$

Aliran 6 (Impuritis)

Tabel A.6.1 Massa Impuritis

Komponen	Massa (gram)
H ₂ O	998.479,71
Ca ²⁺	40,08

Mg ²⁺	70,02
TDS	458
Salinitas	0,00000045
Impuritis	992,27

Impuritis = Basis – massa total keluar
= 992,27 gram

Aliran 7 (H₂O)

Tabel A.7.1 Massa H₂O Setelah Proses *Slow Sand Filter*

Komponen	Basis	Berat (gram)
H ₂ O	1 m ³	998.479,71

Aliran 8 (Ca²⁺)

Tabel A.8.1 Massa Ca²⁺ Setelah Proses *Slow Sand Filter*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Ca ²⁺	1 m ³	40,02

Diketahui :

$$\text{Konsentrasi Ca}^{2+} \text{ (sebagai mg/L)} = \frac{A \times 400,8 \times f}{B}$$

Sumber : (Alaerts, 1984)

$$= \frac{1 \times 400,8 \times 1}{10}$$

$$= 40,02 \text{ mg/L}$$

$$= 40,02 \text{ gram/m}^3$$

$$\text{Massa Ca}^{2+} \text{ (basis 1 m}^3\text{)} = 40,02 \text{ gram}$$

Aliran 9 (Mg²⁺)

Tabel A.9.1 Massa Mg²⁺ Setelah Proses *Slow Sand Filter*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Mg ²⁺	1 m ³	70,02

$$\text{Kesadahan}^+ \text{ (sebagai mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times 1,0009 \times 1000 \times f}{B}$$

Sumber : (Alaerts, 1984)

$$= \frac{1,1 \times 1,0009 \times 1000 \times 1}{10}$$

$$= 110,10 \text{ mg/L}$$

$$= 110,10 \text{ gram/m}^3$$

$$\text{Total Hardness} = \text{Ca-Hardness} + \text{Mg-Hardness}$$

$$110,10 \text{ mg/L} = 40,08 \text{ gram} + \text{Mg-Hardness}$$

$$\text{Mg-Hardness} = 70,02 \text{ mg/L}$$

$$\text{Mg-Hardness} = 70,02 \text{ gram/m}^3$$

$$\text{Massa Mg}^{2+} (\text{basis } 1 \text{ m}^3) = 70,02 \text{ gram}$$

Aliran 10 (Air)

Tabel A.10.1 Massa TDS Setelah Proses Slow Sand Filter

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air Sumur	1 m ³	458,0

$$\text{TDS (Total Dissolved Solid)} = 458,0 \text{ mg/L}$$

$$= 458,0 \text{ gram/m}^3$$

$$\text{Massa TDS (basis } 1 \text{ m}^3) = 458,0 \text{ gram}$$

Aliran 11 (Air)

Tabel A.11.1 Massa Salinitas Setelah Proses Slow Sand Filter

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air Sumur	1 m ³	0,00000045

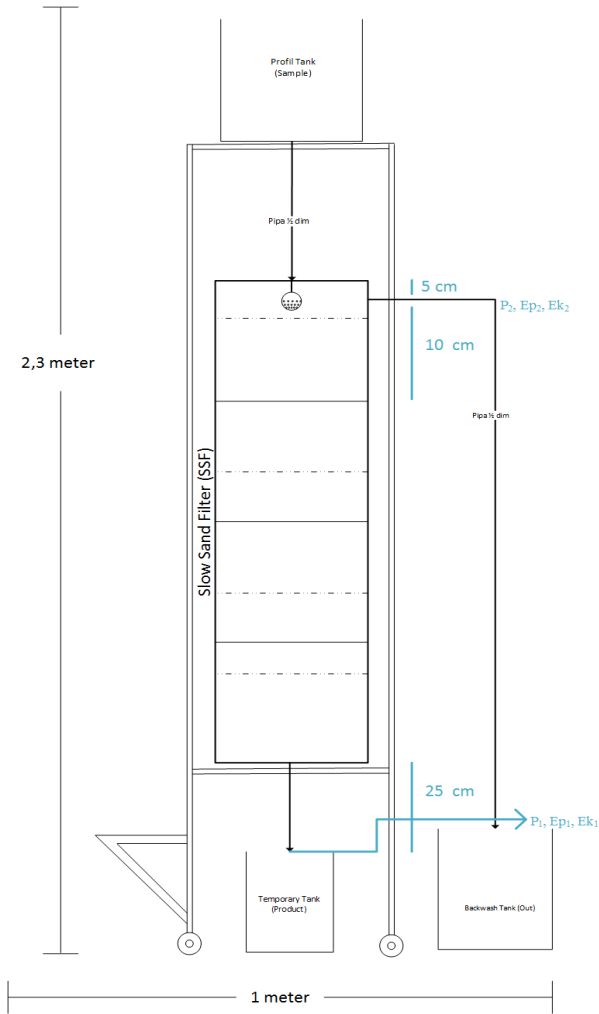
$$\text{Salinitas} = 0,45 \text{ ppt}$$

$$= 0,00000045 \text{ mg/L}$$

$$= 0,00000045 \text{ gram/m}^{3x}$$

$$\text{Massa Salinitas (basis } 1 \text{ m}^3) = 0,00000045 \text{ gram}$$

APPENDIKS B
NERACA ENERGI



B.1 Perhitungan Energi Total pada Backwash

Tabel B.1 Komponen Energi Total pada Backwash

Komponen	ρ (kg/m ³)	V_1 (m/s)	V_2 (m/s)	z_1 (m)	z_2 (m)	g (m/s ²)
P	1000	-	-	-	-	-
Ep	1000			1,15	0,05	9,8
Ek	1000	0,0718	0,013	-	-	-

Persamaan Bernoulli

Sumber : (Geankoplis, 2003)

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + g \cdot Z_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + g \cdot Z_2$$

$$\begin{aligned} \frac{P_1 - P_2}{\rho} &= \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + g \cdot \Delta Z \\ \frac{P_1 - P_2}{\rho} &= \frac{0,0718^2 - 0,013^2}{2} + 9,8 (1,15 - 0,05) \end{aligned}$$

)

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho} = 0,00238 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 10,78 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho} = 10,783 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$(P_2 - P_1) = 10,783 \times \rho$$

$$(P_2 - P_1) = 10,783 \text{ m}^2/\text{s}^2 \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$(P_2 - P_1) = 10783 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = 10783 + P_1$$

$$P_2 = 10783 + 6399,474$$

$$P_2 = 17181,857 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = 1,718 \text{ N/cm}^2$$

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + g \cdot h_1 = \frac{6399,47}{1000} + \frac{0,0718^2}{2} + 9,8 \cdot 1,15$$

$$= 6,399 + 0,0089 + 11,27$$

$$= 17,678 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$\frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + g \cdot h_2 = \frac{17181,857}{1000} + \frac{0,0132}{2} + 9,8 \cdot 0,05$$

$$= 17,181 + 0,0065 + 0,49$$

$$= 17,678 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

B.2 Neraca Energi Total

Tabel B.2 Neraca Energi

Neraca Energi			
Masuk (m²/s²)		Keluar (m²/s²)	
P ₁ /ρ	6,399	P ₂ /ρ	17,181
E _p	11,27	E _p	0,49
E _k	0,0718	E _k	0,013
Total	17,678	Total	17,678

B.3 Perhitungan Energi Total pada Proses Utama

Tabel B.3 Komponen Energi Total pada Proses Utama

Komponen	ρ (kg/m³)	V₁ (m/s)	V₂ (m/s)	z₁(m) ()	z₂ (m)	g (m/s²)	P₁ (N/m²)	P₂ (N/m²)
P	1000	-	-	-	-	-	0,133	10,914
E _p	1000			1,15	0,05	9,8		
E _k	1000	0,0033	0,0021	-	-	-		

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + g \cdot h_1 = \frac{133,32}{1000} + \frac{0,00332}{2} + 9,8 \cdot 1,15$$

$$= 0,133 + 0,0017 + 11,27$$

$$= 11,405 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$\begin{aligned}
\frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + g \cdot h_2 &= \frac{10913,95}{1000} + \frac{0,00212}{2} + 9,8 \cdot 0,05 \\
&= 17,181 + 0,0010 + 0,49 \\
&= 11,405 \text{ m}^2/\text{s}^2
\end{aligned}$$

APPENDIKS C PERHITUNGAN

1. Membuat larutan EDTA ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$) 0.01 M dalam 1000 ml

$$M = \frac{\text{massa}}{BM} \times \frac{1000}{V}$$
$$0,01 = \frac{\text{gr}}{372,24} \times \frac{1000}{1000}$$
$$= 3,7224 \text{ gram}$$

Cara : Menimbang 3,7224 gram EDTA dan memasukkan dalam labu ukur 1000 mL, dan menambahkan aquadest hingga batas volume. Kemudian mengocoknya hingga larutan homogen.

2. Membuat larutan NaOH 0,1 N

$$BM \text{ NaOH} = 40$$

$$e = 1$$

$$M = N$$

$$M = \frac{\text{massa}}{BM} \times \frac{1000}{V}$$

$$0,1 \text{ M} = \frac{\text{massa}}{40} \times \frac{1000}{500}$$

$$\text{Massa} = 2 \text{ gram NaOH}$$

Cara : Menimbang NaOH sebanyak 2 gram dan mengambil aquades sebanyak $\frac{1}{4}$ labu ukur 500 mL dan memasukkan 2 gram NaOH kedalam labu ukur tersebut. Mengocok larutan dan menambahkan aquadest hingga batas ukur labu ukur lalu mengocoknya hingga homogen.

BIODATA PENULIS

PENULIS I



Penulis bernama Bella Mahardhika Yofananda dilahirkan di Jember, tanggal 24 Maret 1996, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara dari Bapak Yodianto dan Ibu Musrifah. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu: TK Al-Solihin, SDN Kebonsari 1 Jember, SMPN 11 Jember, SMAN 2 Jember, penulis mengikuti ujian masuk D III FTI-ITS dan diterima di jurusan D III Teknik Kimia pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 2314 030 111.

Semasa kuliah, penulis dipanggil dengan sapaan Bella, aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus sebagai staff Departemen Kewirausahaan (KWU) HIMA D3KKIM 15/16, menjadi Kepala Divisi FundRising Departemen Kewirausahaan (KWU) HIMA D3KKIM 16/17, menjadi asisten laboratorium Pengolahan Air Industri Kimia (PAIK).

Email: bellamahar10@gmail.com

PENULIS II



Penulis bernama Tiko Agung Prakoso dilahirkan di Mojokerto, tanggal 08 November 1994, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari Bapak Mudjoko dan Ibu Rusmiati. Penulis telah menempuh pendidikan, yaitu: TK Dharma Wanita, SDN Gunung Gedangan 1, SMPN 2 Kota Mojokerto, SMAN 1 Kota Mojokerto, penulis mengikuti ujian masuk D III FTI-ITS dan diterima di

jurusan D III Teknik Kimia pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 2314 030 111.

Semasa kuliah, penulis yang akrab disapa Tiko ini juga aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus sebagai staff Bidang Keprofesi dan Keilmiahan (PROFIL) HIMA D3KKIM 15/16, menjadi asisten laboratorium dari laboratorium PAIK (Pengolahan Air Industri Kimia).

Email : agung.tey.ko@gmail.com